

РАДИОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

СУПЕРГЕТЕРОДИН НА ДВУХ МИКРОСХЕМАХ

В. Ринский

Несомненным преимуществом микросхем является простота монтажа и налаживания конструируемых на них устройств. В этом нетрудно убедиться, построив предлагаемый супергетеродин, собранный всего на двух микросхемах серии К237. Супергетеродин рассчитан на прием радиовещательных станций в диапазонах длинных, средних и коротких (обзорный диапазон) волн, его выходная мощность составляет 40 мВт.

Принципиальная схема супергетеродина приведена на рис. 1. Он содержит каскад усилителя ВЧ, гетеродин со стабилизацией амплитуды колебаний, балансный смеситель, четырехкаскадный усилитель ПЧ, амплитудный детектор, трехкаскадный усилитель НЧ, усиленную АРУ с задержкой и стрелочный индикатор настройки.

В диапазонах СВ и ДВ прием ведется на магнитную антенну *W1*, содержащую контурные катушки *L1*, *L2* и соответственно катушки связи *L3*, *L4*, а в диапазоне КВ — на магнитную антенну *W2* с контурной катушкой *L5* и катушкой связи *L6*. Настройка входных контуров осуществляется секцией *C7* сдвоенного конденсатора

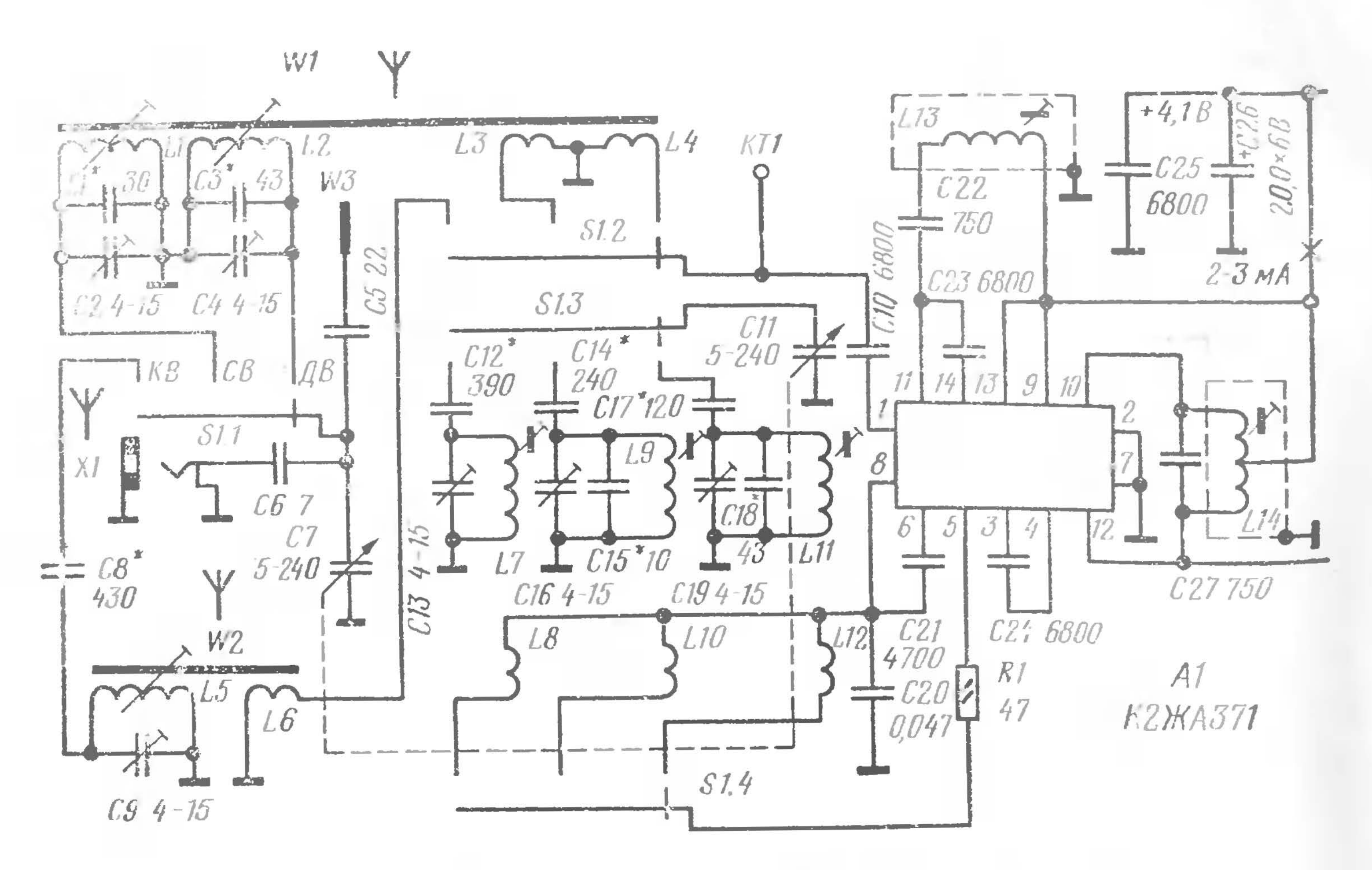
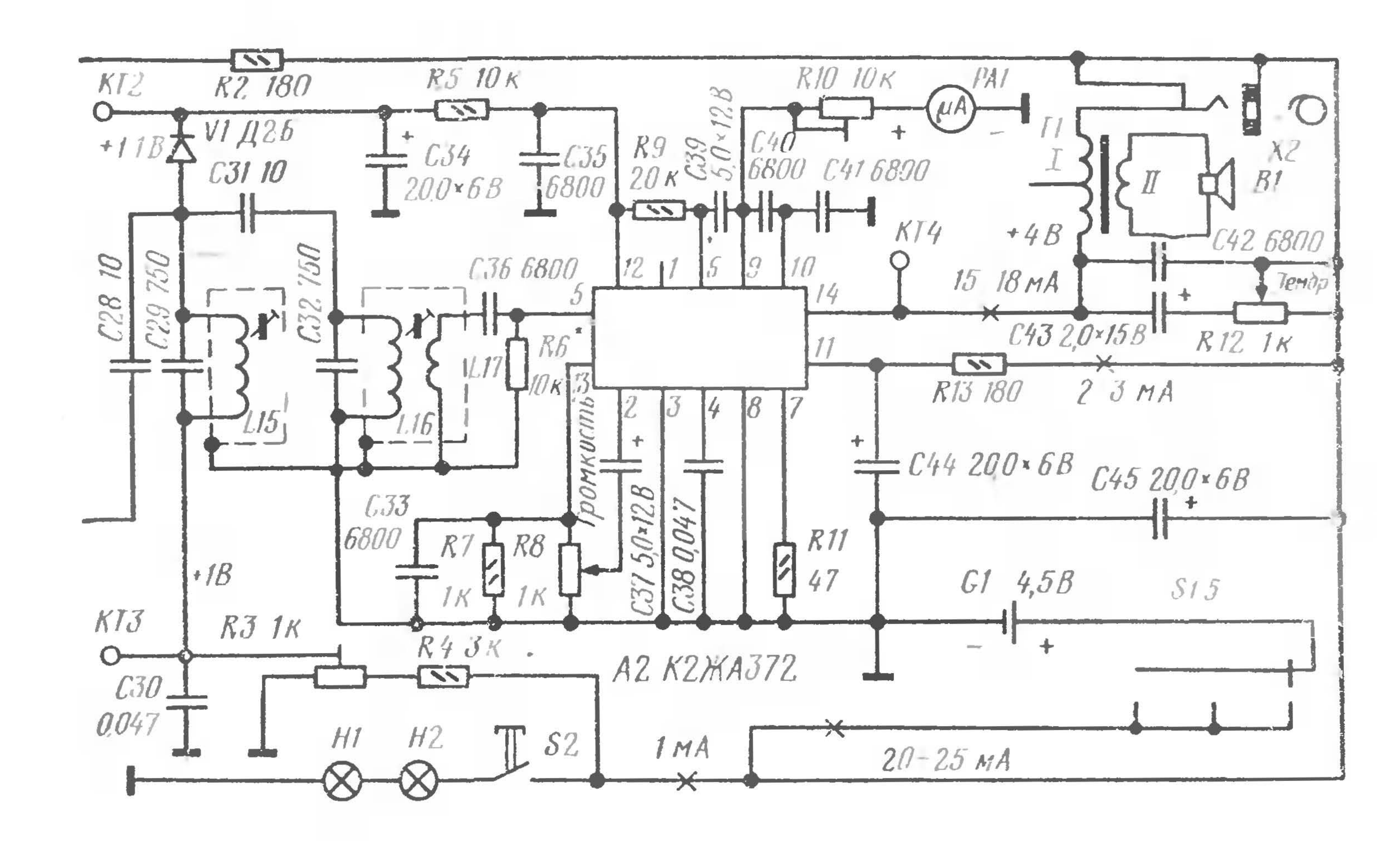


Рис. 1. Принципиальная схема супергетеродина

переменной емкости. Возможен прием на телескопическую антенну *W3*, а также на внешнюю антенну, включаемую в гнездо *X1*.

С катушек связи выделенный входным контуром сигнал ВЧ подается через секцию *S1.2* переключателя диапазонов и конденсатор *C10* на вывод *1* микросхемы *A1* и усиливается ее усилителем ВЧ. Для повышения устойчивости работы и уменьшения уровня шумов приемника на выходе УВЧ включен последовательный резонансный контур *L13C22*, настроенный на промежуточную частоту. Усиленное напряжение ВЧ через конденсатор *C23* подается на вход *14* балансного смесителя, где происходит смешение частот ВЧ сигнала и гетеродина.

Контуры гетеродина перестраиваются секцией *C11* переменного конденсатора, которая подключается к ним переключателем *S1.3*. При этом соответствующие катушки связи коммутируются переключателем *S1.4*. Включение между подвижным контактом переключателя *S1.4* и выводом *5* микросхемы резистора *R1* предотвращает появление паразитных колебаний гетеродина. Выход смесителя нагружен на трехконтурный ФСС ПЧ, состоящий из катушек индуктивности *L14—L16* и конденсаторов *C27—C29, C31, C32*. С катушки связи *L17*



третьего контура ФСС напряжение ПЧ подается через конденсатор *C36* на усилитель ПЧ микросхемы *A2*, после чего детектируется. Постоянная составляющая выходного сигнала детектора с вывода *9* этой микросхемы через подстроечный резистор *R10* контролируется стрелочным индикатором *PA1*. Начальный уровень постоянной составляющей (при отсутствии сигнала) на выходе детектора пропорционален напряжению питания, поэтому по отклонению стрелки индикатора можно судить о состоянии батареи питания. При появлении сигнала сила тока через индикатор возрастает, и по максимуму отклонения стрелки можно точно настраиваться на принимаемую радиостанцию.

Постоянная составляющая тока детектора используется также в тракте усиления системы АРУ. Увеличение напряжения на выводе *9* микросхемы *A2* вызывает соответствующее уменьшение напряжения на выводе *12*. А оно, в свою очередь, поступает через фильтр *C35R5C34* на катод диода *V1*, к аноду которого подведено постоянное напряжение с делителя *R3R4*. При слабых сигналах диод закрыт и не оказывает влияния на контур *L15C29*. При сильном же сигнале напряжение на катоде диода уменьшается и становится меньше, чем на аноде. Диод открывается и шунтирует контур, в результате чего

уменьшаются коэффициент передачи ФСС и напряжение на выходе детектора.

Таким образом в приемнике реализуется АРУ с задержкой, порог которой можно устанавливать подстроечным резистором *R3*. Благодаря этому предотвращается перегрузка усилителей ПЧ и НЧ сильными сигналами и нелинейные искажения почти отсутствуют.

Высокочастотная составляющая выходного напряжения детектора замыкается через конденсаторы *C40, C41* на общий провод, а низкочастотная поступает через конденсатор *C39* на предварительный усилитель НЧ, выход которого (вывод *13* микросхемы) соединен с регулятором громкости *R8*. С него напряжение НЧ подается через конденсатор *C37* на оконечный каскад усилителя НЧ (вывод *2*), нагруженный через трансформатор *T1* на динамическую головку *B1*. Переменным резистором *R12* можно регулировать тембр звучания по высшим частотам.

Оконечный каскад УНЧ работает в режиме класса *А*, что обеспечивает незначительные искажения при выходной мощности около 40 мВт. Однако при этом сила потребляемого каскадом тока довольно велика, что неблагоприятно отражается на экономичности приемника. С другой стороны, при работе УНЧ в режиме класса *А* средняя сила тока источника питания почти не зависит от громкости звучания. Это устраняет нежелательные влияния колебаний напряжения на другие каскады и позволяет использовать конденсаторы фильтра *C26, C44* и *C45* сравнительно небольшой емкости.

В приемнике предусмотрена возможность прослушивания передач на головной телефон, включаемый в гнездо *X2* последовательно с обмоткой *I* трансформатора. В этом случае сила потребляемого приемником тока значительно уменьшается.

Для освещения шкалы настройки установлены лампы накаливания *H1, H2*, которые можно кратковременно включать кнопкой *S2*. Выключают приемник секцией *S1.5* переключателя диапазонов, имеющего четвертое (нейтральное) положение, в котором размыкается цепь батареи питания.

Большинство деталей готовые, от распространенной радиоаппаратуры. Некоторые из них использованы после небольшой доработки.

Магнитная антенна *W1* — от радиоприемника «ВЭФ-12». Она намотана на стержне диаметром 10 и длиной 200 мм из феррита марки 600НН. Катушка *L1* содержит 53 витка провода ЛЭШО 10 × 0,07, *L2*—224 витка ПЭВ-2 0,12, *L3*—5, а *L4*—9 витков ПЭЛШО 0,18. Магнитная антенна *W2* намотана на стержне диаметром 9 и длиной 200 мм, изготовленном из набора колец из феррита марки 100НН. Катушка *L5* содержит 12 витков провода ПЭВ 0,51, *L6*—5 витков ПЭЛШО 0,18. С несколько худшим результатом можно применить стержень из феррита марки 400НН. Телескопическая антенна от радиоприемников «Спидола», «ВЭФ-12» и т. п.

Катушки гетеродина КВ намотаны на полистироловом каркасе диаметром 7 и длиной 16 мм с подстроечным сердечником диаметром 2,8 и длиной 12 мм из феррита марки 100НН. Катушка *L7* содержит 25 витков провода ПЭЛШО 0,31, *L8* (ее наматывают поверх катушки *L7*) — 10 витков ПЭЛШО 0,18.

Катушки *L9—L17* намотаны на трехсекционных каркасах из полистирола, помещенных в броневые сердечники диаметром 8,6 и высотой 9 мм из феррита марки 600НН с подстроечными сердечниками диаметром 2,8 и длиной 12 мм из того же материала. Катушки *L14—L17* заключены в экраны (показано на схеме), но вполне возможно заключить в экраны и катушки гетеродина СВ и ДВ (в каждом экране контурную катушку и катушку связи одного диапазона). Размеры экранов 11 × 11 × 16 мм. Данные катушек такие: *L9* — 3 × 26 витков провода ЛЭ 5 × 0,06, *L10* (наматывают поверх *L9*) — 3 × 14 витков ПЭВ-2 0,1, *L11* — 3 × 45 витков ПЭВ-2 0,12, *L12* (наматывают поверх *L11*) — 3 × 20 витков ПЭВ-2 0,1, *L13* — 3 × 26 витков ЛЭ 5 × 0,06, *L14*— 3 × 26 витков (с отводом от середины) ЛЭ 5 × 0,06, *L15* — 3 × 26 витков ЛЭ 0,06, *L16* — 3 × 26 витков ЛЭ 5 × 0,06, *L17* (наматывают поверх *L16*) — 3 × 14 витков ПЭВ-2 0,1. Могут быть использованы соответствующие катушки от радиоприемников «Алмаз», «Планета» и т. п. с незначительными переделками.

Конденсатор переменной емкости *C7C11* с подстроечными конденсаторами *C2, C4* и *C9* — КПЕ-3 или КПЕ-5. Его необходимо снабдить стрелкой и простейшей шкалой настройки. Подстроечные конденсаторы *C13, C16* и

C19 — КПК-М или КПК-Т. Конденсаторы колебательных контуров можно взять керамические с отрицательным ТКЕ, слюдяные или пленочные. Остальные конденсаторы и постоянные резисторы могут быть любого типа. Переменные резисторы — СП-I группы В, их максимальное сопротивление 4,7 кОм.

Галетный переключатель *S1* — типа ПГГ (3П6Н). Стопор его фиксатора переставляют для получения четвертого положения. Кнопка *S2* может быть как покупной, так и самодельной, изготовленной из контактных пружин реле.

Выходной трансформатор — от радиоприемника «Спидола». Он выполнен на сердечнике Ш8 × 8 из пластин стали марки Э47, обмотка *I* содержит 350 + 350 витков провода ПЭВ-2 0,18, обмотка *II* — 92 витка (намотана в два провода) ПЭВ-2 0,29. Пригодны трансформаторы от приемников «ВЭФ-12», «ВЭФ-Спидола-10» и другие с близкими параметрами.

В качестве индикатора *PA1* подойдет, например, микроамперметр М478/3 или подобный. Гнезда *X1, X2* — телефонные от переносных приемников. Батарея *G1* — 3336Л или «Рубин».

Конструкция шасси приемника рассчитана на размещение его в корпусе абонентского громкоговорителя с использованием установленной в нем динамической головки. Можно использовать и трансформатор громкоговорителя, перемотав его первичную обмотку. Такое конструктивное решение позволяет при незначительных затратах средств и труда получить хорошее внешнее оформление приемника.

Доработка корпуса громкоговорителя сводится к прорезанию окна для шкалы и сверлению отверстий под ручки управления.

Все детали приемника, за исключением головки и стрелочного индикатора, монтируют на шасси (рис. 2), склеенном из листового полистирола. Шасси состоит из монтажной платы (рис. 3) с отверстием под магнитную систему головки, основания и скрепляющих их распорок.

Переключатель диапазонов, конденсатор переменной емкости, переменные резисторы и гнезда привинчены к плате. Переключатель установлен так, что его фиксатор находится с одной стороны платы, а коммутирующая часть — с другой. Для этого переключатель разбирают,

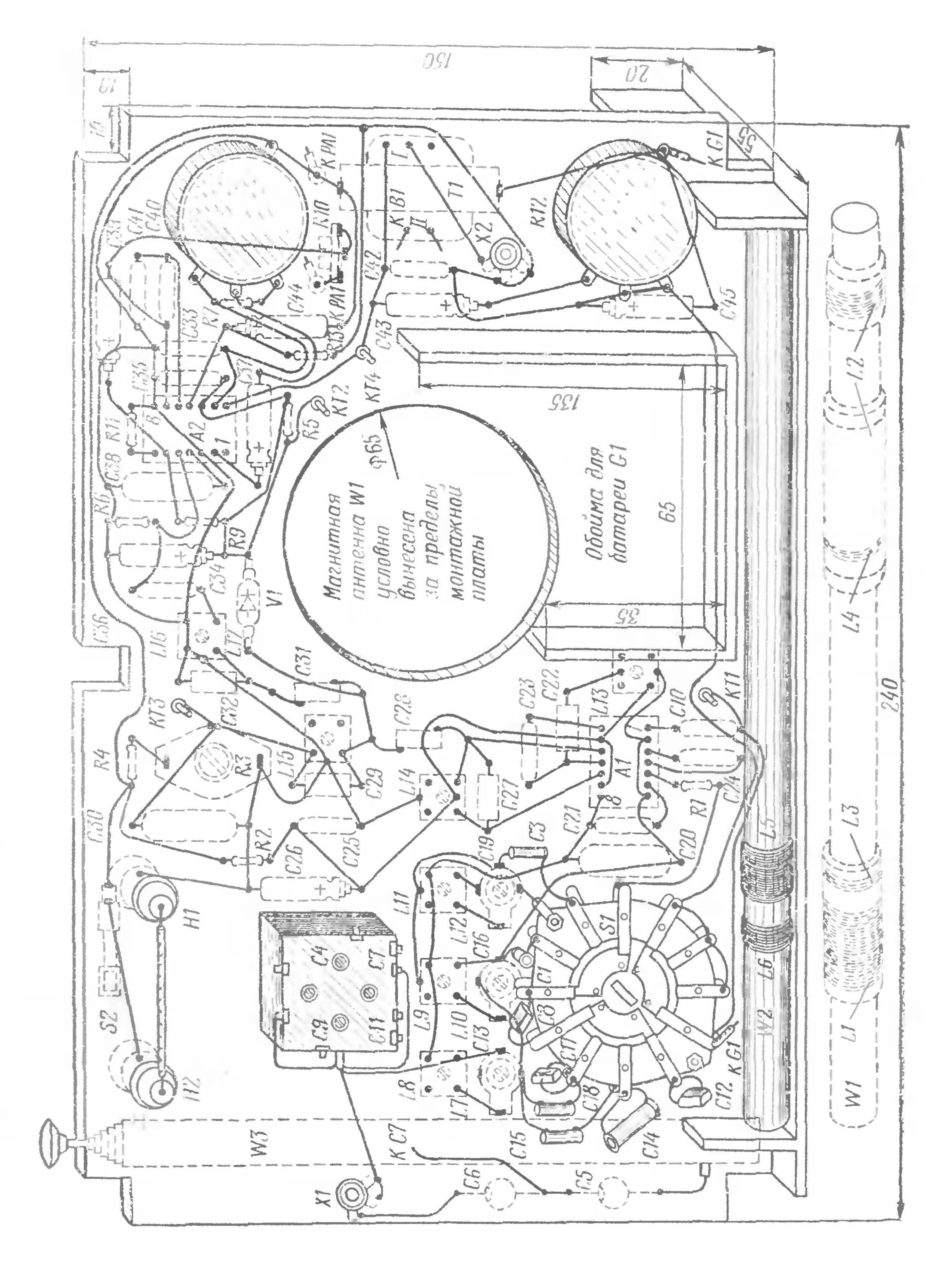


Рис. 2. Шасси приемника и схема соединения деталей

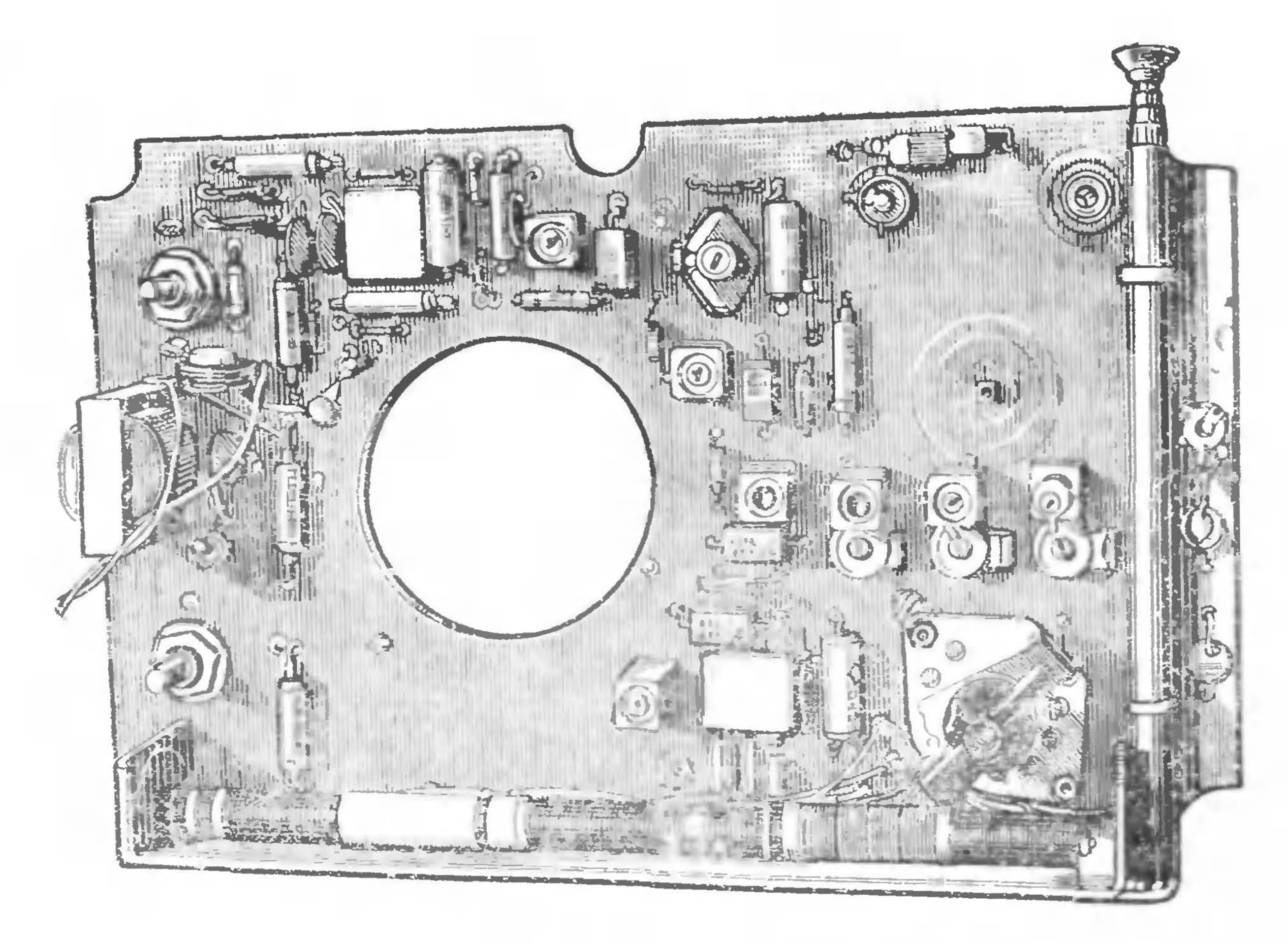


Рис. 3. Внешний вид платы приемника

пропускают стяжные шпильки и нож сквозь отверстия в плате, после чего надевают галеты и завинчивают гайки.

Магнитные антенны прикреплены к основанию проклеенными нитками, причем для уменьшения взаимного влияния антенны расположены по разные стороны от платы на расстоянии 30 мм друг от друга. К задней стороне платы приклеена обойма для батареи питания, образованная тремя пластинами из полистирола.

Большинство деталей приемника установлено на передней стороне платы. Проволочные выводы и контактные лепестки этих деталей пропущены сквозь отверстия на заднюю сторону платы. Конденсаторы *C1, C3, C8, C12, C14, C15, C17* и *C18*, которые придется подбирать при налаживании приемника, распаяны на переключателе, для чего использованы отогнутые лепестки его свободной секции. Контрольные точки *КТ1—КТ4*, к которым при налаживании подключают измерительные приборы, представляют собой штырьки от цоколя негодной электронной лампы, впрессованные в плату горячим паяльником.

Выводы и лепестки деталей соединены жесткими непересекающимися проводниками, проложенными по задней поверхности платы. Полезно проклеить их полистироловым клеем. Возможен и. печатный монтаж на фольгированном гетинаксе. Лепестки переключателя диапазонов, конденсатора переменной емкости и совмещенных с ним подстроечных конденсаторов *C2, C4* и *C9* соединены с соответствующими точками платы гибкими изолированными проводниками. Такие же проводники использованы для подключения головки, стрелочного индикатора и батареи питания.

Налаживание приемника начинают с установки электрического режима микросхем, для чего может потребоваться подбор резисторов *R2* и *R13*. Оптимальное сопротивление резистора *R6* указано на корпусе микросхемы *A2*. Рекомендуемые силы токов в цепях приемника и напряжения, измеренные относительно общего провода (минус источника питания) авометром Ц437, приведены на рис. 1. Если сила тока в цепи вывода *14* микросхемы *A2* превышает 18 мА, следует включить между ее выводами *2* и *3* резистор сопротивлением 1—3 кОм.

Затем проверяют наличие генерации гетеродина на всех диапазонах. Это можно сделать, например, слабо связав с ним антенный вход любого всеволнового радиовещательного приемника. Колебания гетеродина должны прослушиваться на контрольном приемнике как шипение или слабый свист.

Контуры настраивают обычными методами с помощью генератора сигналов ВЧ с амплитудной модуляцией и авометра, используемого в качестве измерителя выходного напряжения приемника. Вначале подают выходной сигнал генератора на контрольную точку *КТ1*, а авометр подключают параллельно обмотке *I* трансформатора *T1*. Отсоединив конденсатор *C22*, настраивают контуры ФСС ПЧ на промежуточную частоту 465 кГц по максимуму показаний авометра, постепенно уменьшая выходное напряжение генератора. Затем увеличивают это напряжение, подключают конденсатор *C22* и настраивают контур *L13C22* по минимуму показаний авометра.

После этого подстраивают границы диапазонов и сопрягают входные и гетеродинные контуры (здесь может потребоваться подбор конденсаторов, отмеченных звездочками (на рис. 1). Окончательную подстройку входных контуров лучше делать при слабой связи

генератора сигналов с телескопической антенной *W3* приемника.

Уровень (порог) задержки АРУ устанавливают при приеме мощной радиостанции перемещением движка подстроечного резистора *R3* из крайнего левого, по схеме, положения в правое до исчезновения искажений звука и некоторого уменьшения громкости. При этом напряжение между точками *КТ2* и *КТ3* должно быть около 0,1В (минус — на катоде, плюс — на аноде).

При отсутствии сигнала устанавливают подстроечным резистором *R10* стрелку индикатора примерно на треть шкалы.

По окончании налаживания нужно проградуировать шкалу настройки приемника.

ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

ПРОСТОЙ УСИЛИТЕЛЬ НЧ

Г. Крылов

Усилитель предназначен для воспроизведения грамзаписей и рассчитан на совместную работу с электропроигрывающим устройством (ЭПУ), снабженным пьезоэлектрическим звукоснимателем.

Номинальная выходная мощность усилителя при коэффициенте гармоник на частоте 1000 Гц менее 1% — 1 Вт, максимальная — 1,5 Вт. Полоса пропускания при номинальной мощности и неравномерности ±1 дБ от 80 до 15 000 Гц, чувствительность 0,2 В, выходное сопротивление примерно 1 Ом. Усилитель рассчитан на нагрузку сопротивлением 8 Ом. Это могут быть громкоговорители с динамической головкой 1ГД-36, 1ГД-40 или акустическая система 10МАС-1М.

Принципиальная электрическая схема усилителя приведена на рис. 1. Сигнал со звукоснимателя, подклю-

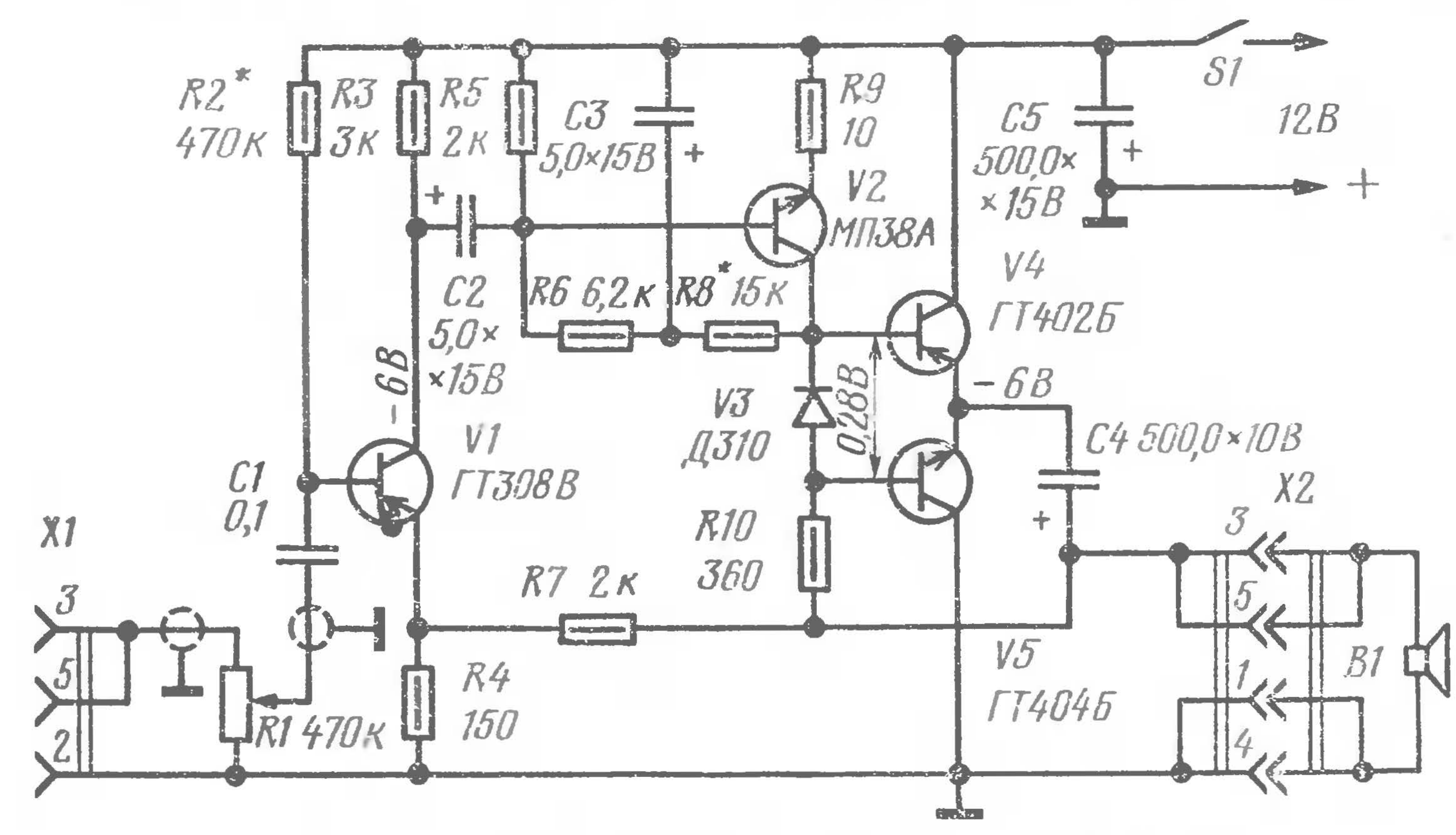


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя НЧ

ченного к разъему *X1*, поступает на регулятор громкости *R1*, а с его движка — через конденсатор *C1* на базу транзистора *V1* первого каскада усилителя. Этот каскад, необходимый для получения большого входного сопротивления усилителя, работает в режиме класса *A*. В цепь эмиттера включен стабилизирующий резистор *R4*.

Второй каскад, повышающий мощность сигнала до уровня, необходимого для управления выходным каскадом, выполнен на транзисторе *V2* и также работает в режиме класса *A*. Режим работы транзистора стабилизирован резистором *R9* и отрицательной обратной связью по постоянному напряжению, которое снимается с коллектора транзистора и подается через резисторы *R8*, *R6* на его базу. Конденсатор *C3* устраняет отрицательную обратную связь по напряжению сигнала.

Выходной каскад усилителя представляет собой мощный симметричный эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторах различной структуры (*V4* и *V5*) и работающий в режиме класса *AB*. Такое построение выходного каскада отличается простотой и обеспечивает высокую надежность усилителя.

Для устранения искажений сигнала типа «ступенька» на базы выходных транзисторов подано напряжение смещения, снимаемое с диода *V3* (он включен в прямом направлении в цепь коллектора транзистора *V2*). Кроме того, как термочувствительный элемент этот диод поддерживает в заданных пределах силу тока покоя выходных транзисторов при изменении температуры окружающей среды.

Для ослабления искажений, уменьшения выходного и увеличения входного сопротивлений усилитель охвачен общей петлей отрицательной обратной связи по напряжению глубиной 16 дБ. Напряжение обратной связи снимается с выхода усилителя и подается через резистор *R7* на эмиттер транзистора *V1*.

Усилитель защищен от случайного отключения нагрузки и кратковременных (десятки секунд) коротких замыканий выхода. Отключение нагрузки не опасно потому, что выбранное напряжение источника питания меньше предельно допустимых напряжений на транзисторах *V2*, *V4*, *V5*. А короткие замыкания безвредны потому, что базовый, а значит, и эмиттерный токи тран-

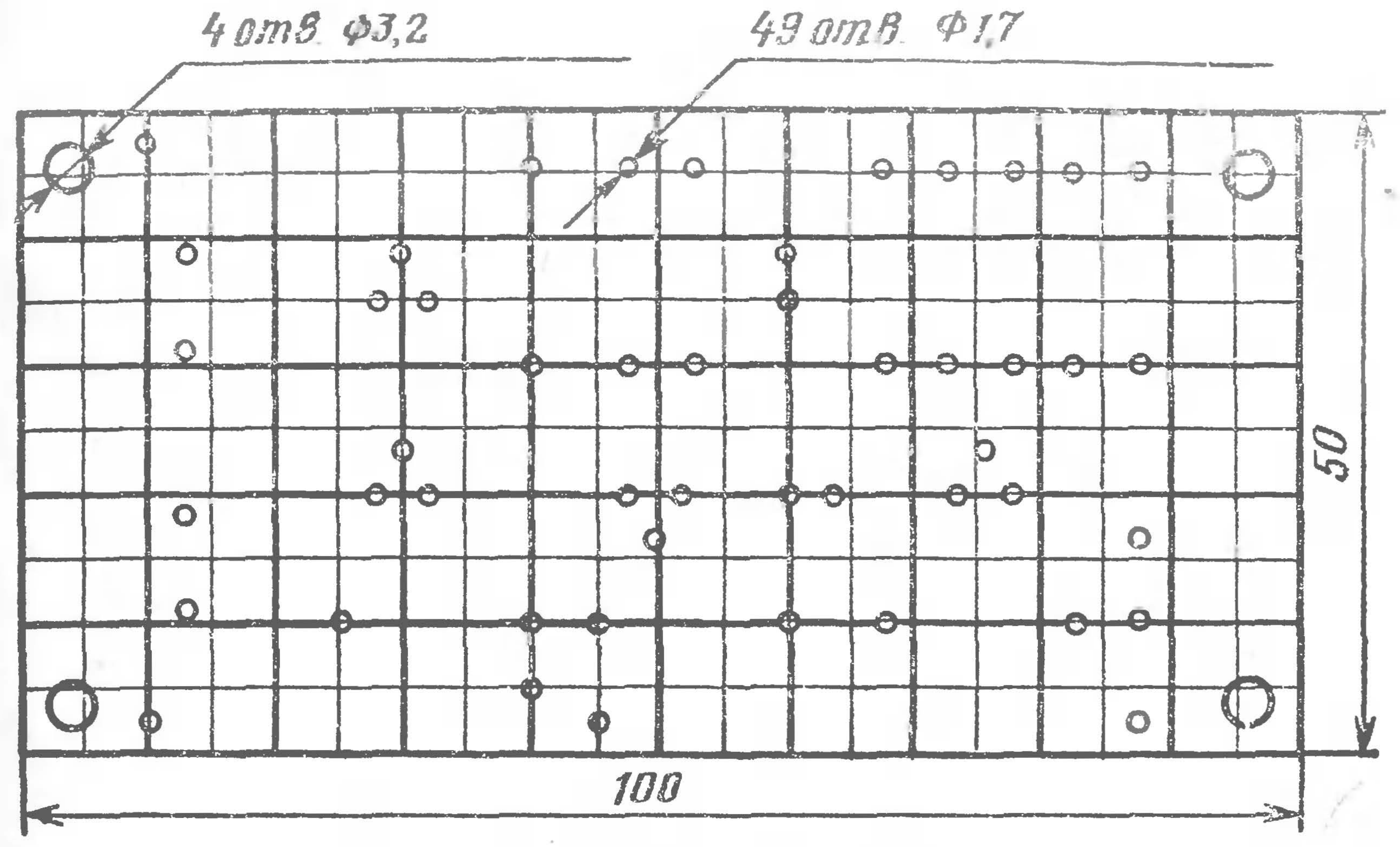


Рис. 2. Чертеж платы усилителя

зистора *V4* ограничены резистором *R9* и транзистором *V2*. Аналогично эмиттерный ток транзистора *V5* ограничен резистором *R10*.

О деталях усилителя. Транзистор ГТ308В можно заменить на П416Б, МП38А — на МП37Б, ГТ402Б — на ГТ402Г, ГТ402Е, ГТ402И, ГТ404Б — на ГТ404Г, ГТ404Е и ГТ404И. Переменный резистор *R1* может быть СПЗ-12а или СП-1, постоянные резисторы МЛТ. Конденсатор *C1* — КЛС, электролитические конденсаторы — К50-6. Возможно применение других электролитических конденсаторов, но тогда придется изменить размеры монтажной платы. Разъемы *X1*, *X2* — СГ-5 (гнездовые части), выключатель питания *S1* — МТ-1. Источником питания могут служить последовательно соединенные элементы 373 или батареи 3336Л, или маломощный выпрямитель с возможно меньшим выходным сопротивлением.

Усилитель смонтирован на плате размерами 100 × 50 мм из гетинакса толщиной 1,5 мм. Разметка платы приведена на рис. 2. Опорными точками для крепления выводов деталей служат пустотелые заклепки диаметром 1,7 мм, развальцованные в отверстиях платы. Заклепки соединены между собой согласно принципиальной схеме голым луженым проводом диаметром 0,5 мм

(рис. 3). Внешний вид смонтированной платы показан на рис. 4.

Плату вместе с источником питания можно разместить в подходящем корпусе. На передней стенке корпуса располагают регулятор громкости и выключатель питания (в принципе регулятор может быть объединен с выключателем питания), а на задней — входной и выходной разъемы.

Налаживание усилителя сводится к установке указанных на схеме режимов работы транзисторов (они измерены авометром с относительным входным сопротивлением 10 кОм/В) при подключенной нагрузке. Напряжение на коллекторе транзистора *V1* устанавливают подбором резистора *R2*, а на эмиттерах выходных транзисторов — подбором резистора *R8*. При несоответствии

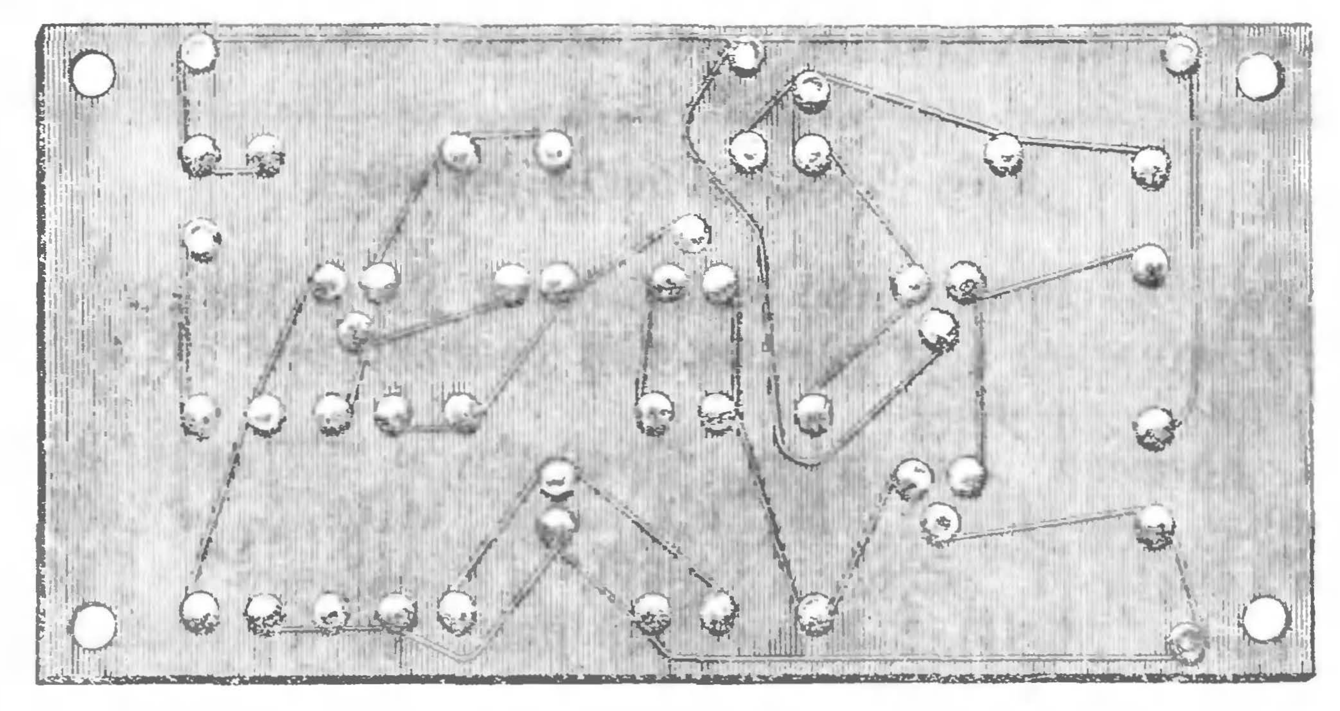


Рис. 3. Вид на плату со стороны соединений

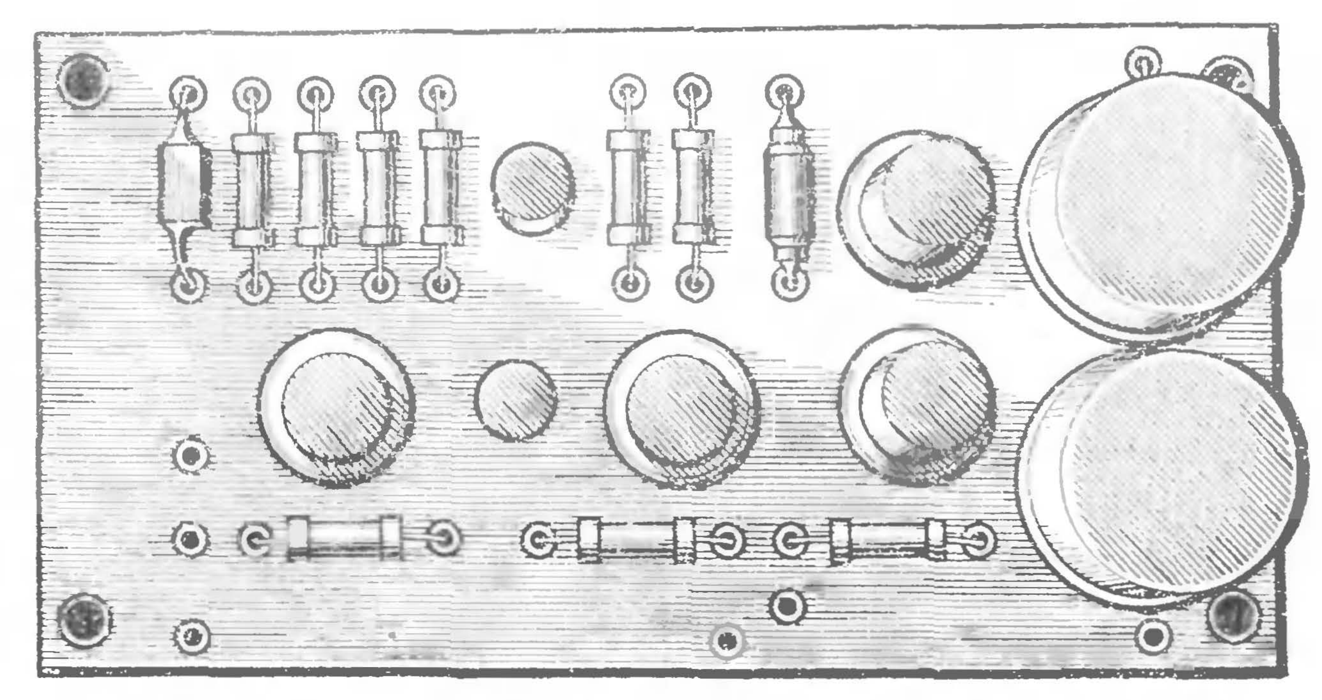


Рис. 4. Внешний вид смонтированной платы

напряжения смещения на базах транзисторов *V4* и *V5* указанному на схеме подбирают диод *V3*.

При желании усилитель можно использовать и для воспроизведения стереофонических грамзаписей. Для этого гнезда *3* и *5* (см. рис. 1) входного разъема соединены перемычкой. Когда к усилителю будет подключен разъем от стереофонического проигрывающего устройства, оба канала окажутся запараллеленными. Таким образом появляется возможность прослушивать через предлагаемый простой усилитель как монофонические, так и стереофонические записи (конечно, в монофоническом звучании).

СПОРТИВНАЯ АППАРАТУРА

КОРОТКОВОЛНОВЫЙ КОНВЕРТЕР

А. Безруков

Лампово-транзисторный конвертер (рис. 1) предназначен для приема любительских радиостанций в диапазонах 10, 14 и 20 м и рассчитан на совместную работу с приемником, имеющим плавную перестройку в диапазоне 4,5—5,0 МГц. При разработке конвертера основное внимание было уделено снижению комбинационных помех и помех от перекрестной модуляции. С этой целью в тракте ВЧ конвертера применены лампы, обладающие более линейными по сравнению с биполярными транзи-

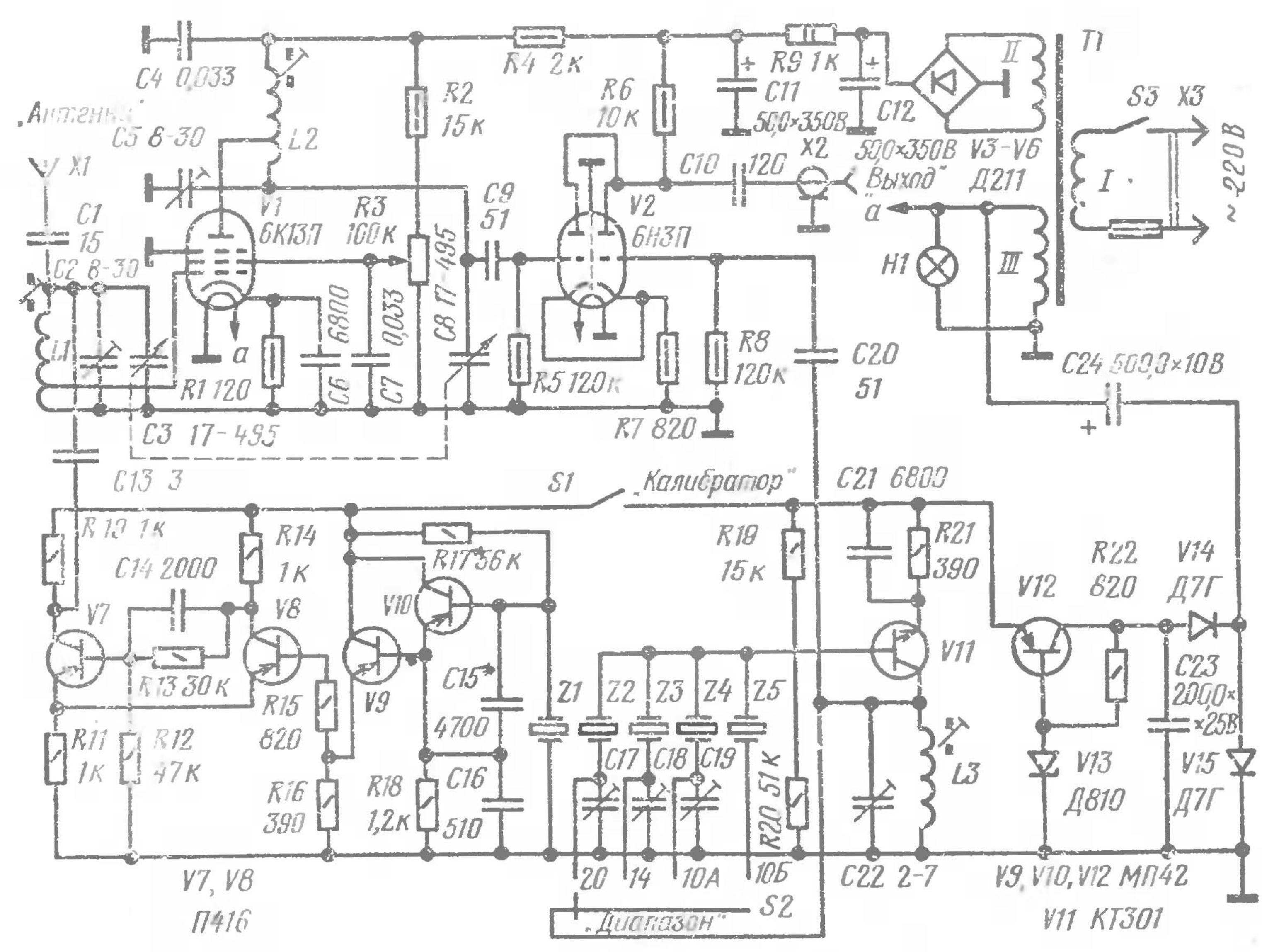


Рис. 1. Принципиальная схема конвертера

сторами характеристиками, использовано неполное включение входного и анодного контуров в каскаде усиления ВЧ, а также введен смеситель, собранный по квазибалансной схеме.

Рассмотрим работу конвертера. Принимаемый антенной сигнал высокой частоты поступает через конденсатор *C1* на входной контур конвертера, перестраиваемый секцией *C3* сдвоенного конденсатора переменной емкости в диапазоне 10—30 МГц. С входного контура сигнал подается на усилитель ВЧ, собранный на лампе *V1* по схеме с общим катодом. Оптимальное усиление каскада на различных частотах обеспечивается регулировкой напряжения на экранной сетке (переменный резистор *R3*).

С анодного контура *L2C5C8* усиленный сигнал ВЧ смешивается в квазибалансном смесителе на лампе *V2* с сигналом гетеродина, поступающим на сетку правого триода. Весь спектр сигналов разностной частоты снимается с нагрузки смесителя (резистор *R6*) и подается на вход приемника, с которым работает конвертер. Настраиваются на нужный сигнал ручкой перестройки приемника.

Гетеродин конвертера собран на транзисторе *V11* по схеме, обеспечивающей возбуждение кварцевых резонаторов как на основной частоте, так и на частотах механических гармоник, что позволило использовать сравнительно доступные низкочастотные кварцевые резонаторы. Так, при указанной промежуточной частоте конвертера 4,5—5,0 МГц для диапазона 20 м (14,0—14,5 МГц) подходит кварцевый резонатор *Z2* с частотой 6,333 МГц, для диапазона 14 м (21,0—21,5 МГц) — резонатор *Z3* с частотой 5,5 МГц, для диапазона 10 м — 10А (поддиапазон 28,5—29,0 МГц) — резонатор *Z4* с частотой 8 МГц, а для диапазона 10 м — 10Б (поддиапазон 29,0—29,5 МГц) — резонатор *Z5* с частотой 8,166 МГц. При этом с помощью контура *L3C22* (а на диапазонах 10А, 14 и 20 м еще и один из кондесаторов *C17—C19*) кварц возбуждается непосредственно на частоте механической гармоники.

Для повышения точности настройки по частоте системы конвертер — приемник и проверки ее стабильности в конвертер введен кварцевый калибратор (транзисторы *V7—V10*). Каскад на транзисторе *V10* представляет

собой бесконтурный кварцевый генератор. Возбуждаемые им колебания частотой 100 кГц (частота резонатора *Z1*) снимаются с резистора *R18* и поступают на эмиттерный повторитель на транзисторе *V9*. С выхода эмиттерного повторителя сигнал подается через резистор *R15* на триггер Шмитта, собранный на транзисторах *V7* и *V8*. Здесь синусоидальный сигнал преобразуется в прямоугольные импульсы частотой следования 100 кГц, имеющие крутые фронты и спады, что обеспечивает широкий спектр гармоник частоты 100 кГц. Через конденсатор *C13* эти импульсы подаются на входной контур усилителя ВЧ. Выключатель *S1* служит для подсоединения к калибратору источника питания.

Ламповая часть конвертера питается от выпрямителя на диодах *V3—V6*, транзисторная — от электронного стабилизатора на транзисторе *V12* и кремниевом стабилитроне *V13*. Постоянное напряжение на стабилизатор подается от выпрямителя, собранного по схеме удвоения напряжения на диодах *V14, V15* и конденсаторах *C23, C24*.

Трансформатор питания *T1* — от электрофона «Юность». Вместо него можно использовать любой другой трансформатор мощностью не менее 20 Вт с напряжением (под нагрузкой) на обмотке *II* около 200 В, а на обмотке *III* — 6,3 В.

Постоянные резисторы — МЛТ, переменный *R3* — СП-1, конденсаторы постоянной емкости — КСО-1, КТК или БМТ-2, электролитические *C11, C12* — К50-3, *C23, C24* — К50-6, подстроечные — КПК-М, переменные *C3, C8* — любой сдвоенный блок конденсаторов переменной емкости, обеспечивающий указанное на схеме изменение емкости.

Катушки индуктивности намотаны виток к витку на самодельных каркасах диаметром 8 и длиной 25 мм. Внутри каркасов по резьбе перемещаются подстроечники из карбонильного железа. Катушки *L1* и *L2* содержат по 10 витков провода ПЭВ-2 0,7. Отвод у катушки *L1* сделан от 3,5 витка, а у катушки *L2* — от 6,5 витка, считая от нижнего по схеме вывода. Катушка *L3* содержит 12 витков такого же провода.

Вместо указанных на схеме транзисторов МП42 (*V9, V10, V12*) подойдут любые транзисторы серий МП16, МП39—МП42 (транзистор *V10* должен быть со статическим коэффициентом передачи тока не менее 40). Транзисторы П416 (*V7, V8*) можно заменить на П401—П403, П422, П423, ГТ308. Выпрямительные диоды *V3—V6* должны быть с обратным напряжением не менее 350 В и средней силой выпрямленного тока не менее 50 мА (например, Д7Е, Д7Ж, Д209—Д211, Д226Б).

Если выбрать другой диапазон перестройки приемника (например, 6,0—6,5 МГц), можно использовать кварцевые резонаторы наборов «Кварц-3» и «Кварц-4», имеющиеся на базе Посылторга. В этом случае схема гетеродина остается без изменений, лишь параллельно подстроечным конденсаторам придется подключить постоянные, емкость которых зависит от частоты соответствующих кварцевых резонаторов.

Детали конвертера, за исключением анодного выпрямителя и органов управления, размещены на печатных платах. Ламповые каскады смонтированы на плате размерами 100 × 55 мм. Для установки ламп использованы керамические панели с экранами. У панелей срезают центральные лепестки и ушки крепления. Плата кварцевого гетеродина имеет размеры 65 × 45 мм. Резонаторы *Z2—Z5* крепят с помощью керамических панелей на плате размерами 55 × 35 мм. Она установлена в подвале шасси. Плата выпрямителя и стабилизатора напряжения питания транзисторной части конвертера размерами 55 × 35 мм также установлена в подвале шасси.

Конструкция конвертера и расположение некоторых плат показаны на рис. 2.

Налаживание устройства начинают с настройки гетеродина. Переключатель *S2* переводят в положение *«10Б»* (поддиапазон 29,0—29,5 МГц), ротор конденсатора *C22* устанавливают в среднее положение и вращением подстроечника катушки *L3* добиваются возбуждения резонатора *Z5*, контролируя наличие генерации, например коротковолновым любительским приемником или высокочастотным вольтметром, подключенным параллельно катушке *L3*. Далее подстроечником катушки *L3* и конденсатором *C22* устанавливают нужную частоту колебаний гетеродина (24,5 МГц). Затем переводят переключатель *S2* в положение *«10А»* и вращением ротора конденсатора *C19* добиваются частоты колебаний гетеродина, равной 24 МГц. Аналогично уста-

навливают частоту гетеродина при переводе переключателя в положения «14» (16,5 МГц) и «20» (19 МГц — здесь частота гетеродина выбрана выше частоты сигнала), в каждом случае пользуясь своим подстроечным конденсатором (соответственно *C18* и *C17*).

Кварцевый калибратор настраивают так. Параллельно резистору *R15* подключают осциллограф и включают напряжение питания (выключатель *S1*). Если колебаний нет, уменьшают емкость конденсатора *C15*. При отсутствии колебаний заменяют резистор *R17* цепочкой из переменного (100 кОм) и постоянного (20 кОм) резисторов. Вращением движка переменного резистора добиваются возникновения генерации, а затем измеряют получившееся сопротивление цепочки и устанавливают в калибратор постоянный резистор соответствующего номинала.

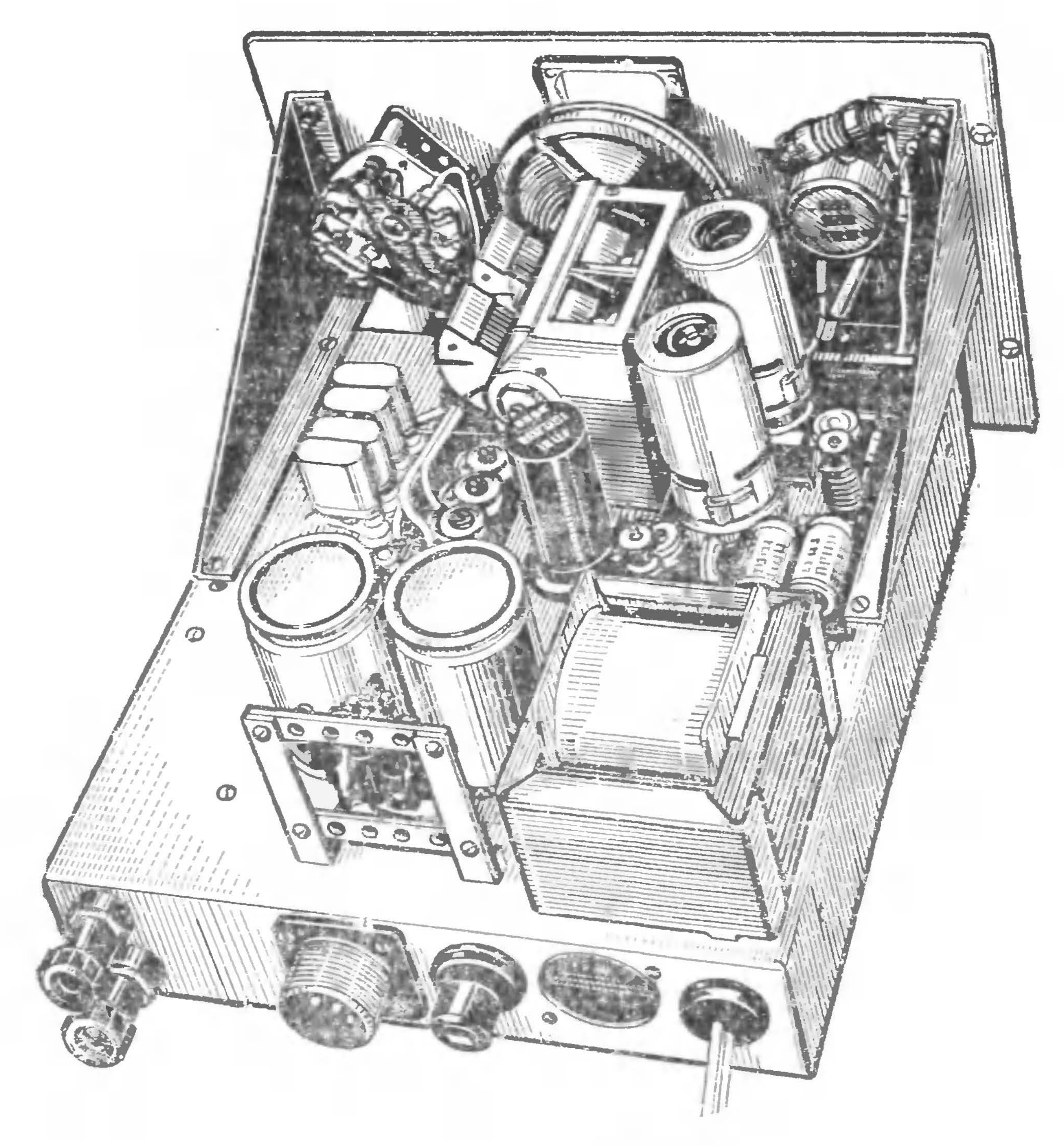


Рис. 2. Вид на монтаж

Триггер Шмитта в налаживании практически не нуждается.

Далее настраивают усилитель ВЧ. К конвертеру подключают приемник, с которым он будет работать, и подают питание на калибратор. В диапазоне «10Б» настраиваются на одну из гармоник калибратора (роторы конденсаторов *C3*, *C8* при этом должны быть почти полностью выведены). Вращением роторов конденсаторов *C2* и *C5* добиваются максимальной громкости приема. Переключают конвертер на диапазон «20», вводят роторы переменных конденсаторов *C3*, *C8* примерно на 80% и настраиваются приемником на гармонику калибратора. Вращением подстроечников катушек *L1* и *L2* добиваются максимальной громкости сигнала.

Данные операции повторяют несколько раз, причем движок переменного резистора *R3* должен находиться в фиксированном положении, например в верхнем по схеме.

После этого можно подключить к конвертеру антенну (желательно наружную) и прослушивать работу любительских радиостанций.

ИЗМЕРЕНИЯ

ВОЛЬТОММЕТР НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

О. Корженевич

Для налаживания конструкций, собранных на полевых транзисторах и интегральных микросхемах, нередко требуются измерительные приборы с большим входным сопротивлением и широким диапазоном измерений по напряжению. Для этих целей и предназначен предлагаемый вольтомметр, с помощью которого можно измерять постоянные напряжения от $5 \cdot 10^{-3}$ до $9 \cdot 10^{2}$ В и сопротивления от 1 до 10^{8} Ом. Входное сопротивление вольтомметра на всех диапазонах составляет 30 МОм.

Принципиальная схема вольтомметра приведена на рис. 1. Измеряемое напряжение подается на разъем *X1* и далее — на подвижный контакт секции *S1.1* переключателя рода измерений *S1*. При этом переключатель должен находиться в показанном на схеме положении («*V*»). Резисторы *R1—R9* образуют делитель напряжения. Положениям подвижного контакта переключателя *S2* соответствуют и определенные пределы измерения напряжения. Резисторы делителя подобраны так, чтобы напряжение на подвижном контакте переключателя *S2* не превышало 0,3 В.

С переключателя *S2* напряжение поступает (через секцию *S1.2* переключателя рода работ) на измерительный мост, выполненный на полевых транзисторах *V5* и *V8*. Между истоками транзисторов включен стрелочный индикатор *PA1*. Когда на затворе транзистора *V5* напряжения нет, мост сбалансирован и стрелка индикатора показывает ноль. При подаче на затвор этого транзистора постоянного напряжения мост разбалансируется и стрелка индикатора отклонится. Для начальной балансировки служит переменный резистор *R20*.

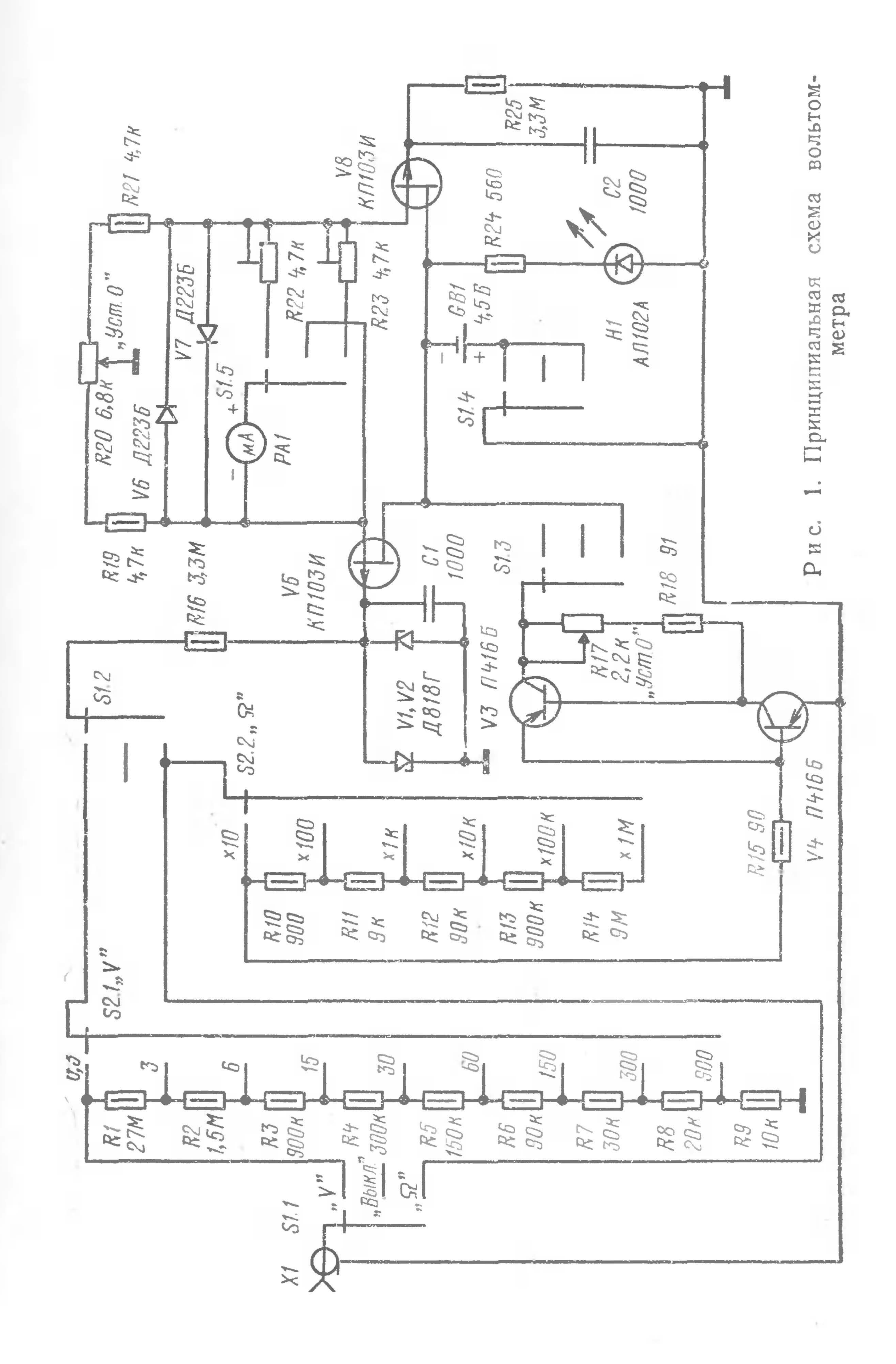


Рис. 1. Принципиальная схема вольтомметра

Цепочка *R16C1* защищает транзистор *V5* от переменного напряжения наводок (транзистор *V8* защищен от наводок конденсатором *C2*). Стабилитроны *V1, V2* предохраняют транзистор *V5* от выхода из строя при случайной подаче на затвор больших напряжений (что может быть в случае неправильной установки переключателя *S2*). Диоды *V6, V7* служат для защиты стрелочного индикатора от больших перепадов напряжений на истоках транзисторов моста.

При измерении сопротивлений переключатель *S1* устанавливают в нижнее по схеме положение. В этом случае вход измерительного моста и разъем *X1* подключают к секции *S2.2* переключателя *S2,* которым можно выбирать нужный поддиапазон измерений.

Омметр работает так. Через контакты секции *S1.3* переключателя *S1* напряжение источника питания поступает на стабилизатор напряжения, выполненный на транзисторах *V3, V4*. С выхода стабилизатора напряжение (0,3 В) подается на последовательно соединенные резисторы *R15, R10—R14*. Независимо от положения подвижного контакта секции *S2.2* напряжение на входе измерительного моста равно 0,3 В, и стрелка индикатора *PA1* будет находиться на предельном делении шкалы. Подключенный к разъему *X1* проверяемый резистор образует с резистором *R15* в показанном на схеме положении подвижного контакта секции *S2.2* (или включенным с ним последовательно резистором *R10, R10* и *R11* и т. д.— при перемещении подвижного контакта секции *S2.2* вниз по схеме) делитель, и напряжение на входе моста падает. По отклонению стрелки индикатора и положению подвижного контакта переключателя *S2* определяют сопротивление проверяемого резистора.

Прибор питается от источника напряжением 4,5 В, который подключается к нему при установке переключателя рода работ *S1* в одно из положений «*V*» или «Ω». В среднем положении переключателя *S1* источник отключается, а выводы стрелочного индикатора замыкаются через контакты секции *S1.5*. Индикатором включения питания служит светодиод *H1*. Сила потребляемого прибором тока составляет в режиме измерения напряжений около 5, а в режиме измерения сопротивлений не более 12 мА.

Прибор можно использовать и для измерения переменных напряжений частотой 20 Гц—100 кГц. В этом случае к разъему *X1* подключают выносной детектор, собранный по схеме, приведенной на рис. 2, а переключатель *S1* устанавливают в положение измерения постоянных напряжений. Пределы измерения переменных напряжений остаются те же, что и для постоянных, но максимальное значение переменного напряжения не

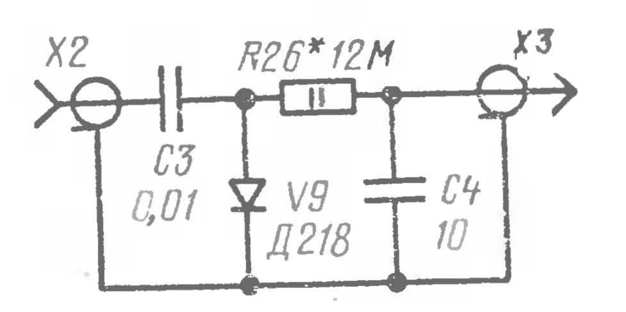


Рис. 2. Схема выносного детектора

должно превышать 300 В. Погрешность измерения при этом не более 3% от выбранного предела измерения, входное сопротивление вольтметра равно 1 МОм, входная емкость — около 40 пФ.

Полевые транзисторы — серии КП103 с любым буквенным индексом, но обязательно с одинаковыми или возможно близкими начальным током стока и крутизной характеристики тока стока. Транзисторы *V3, V4* следует подобрать со статическим коэффициентом передачи тока 50—80 и начальной силой тока коллектора не более 2 мкА.

Номиналы резисторов делителей *R1—R15* (МЛТ-0,5) следует подобрать с точностью до 1% с помощью промышленного омметра — это облегчит налаживание прибора. Резистор *R1* составляют из трех последовательно соединенных резисторов сопротивлением по 9,1 МОм. Переменные резисторы *R17* и *R20* — СП-I, подстроечные *R22, R23* желательно проволочные, СП5-14.

Конденсаторы *C1, C2* — КЛС, *C3* — МБМ на напряжение 1500 В, *C4* — КТ-2Е или другой на напряжение 500 В. Переключатели — галетные с керамическими платами на соответствующее число положений. Стрелочный индикатор — с силой тока полного отклонения стрелки 43 мкА (от авометра Ц435). Шкалу индикатора заменяют новой (рис. 3), начерченной на плотной бумаге или изготовленной фотоспособом. Можно применить лю-

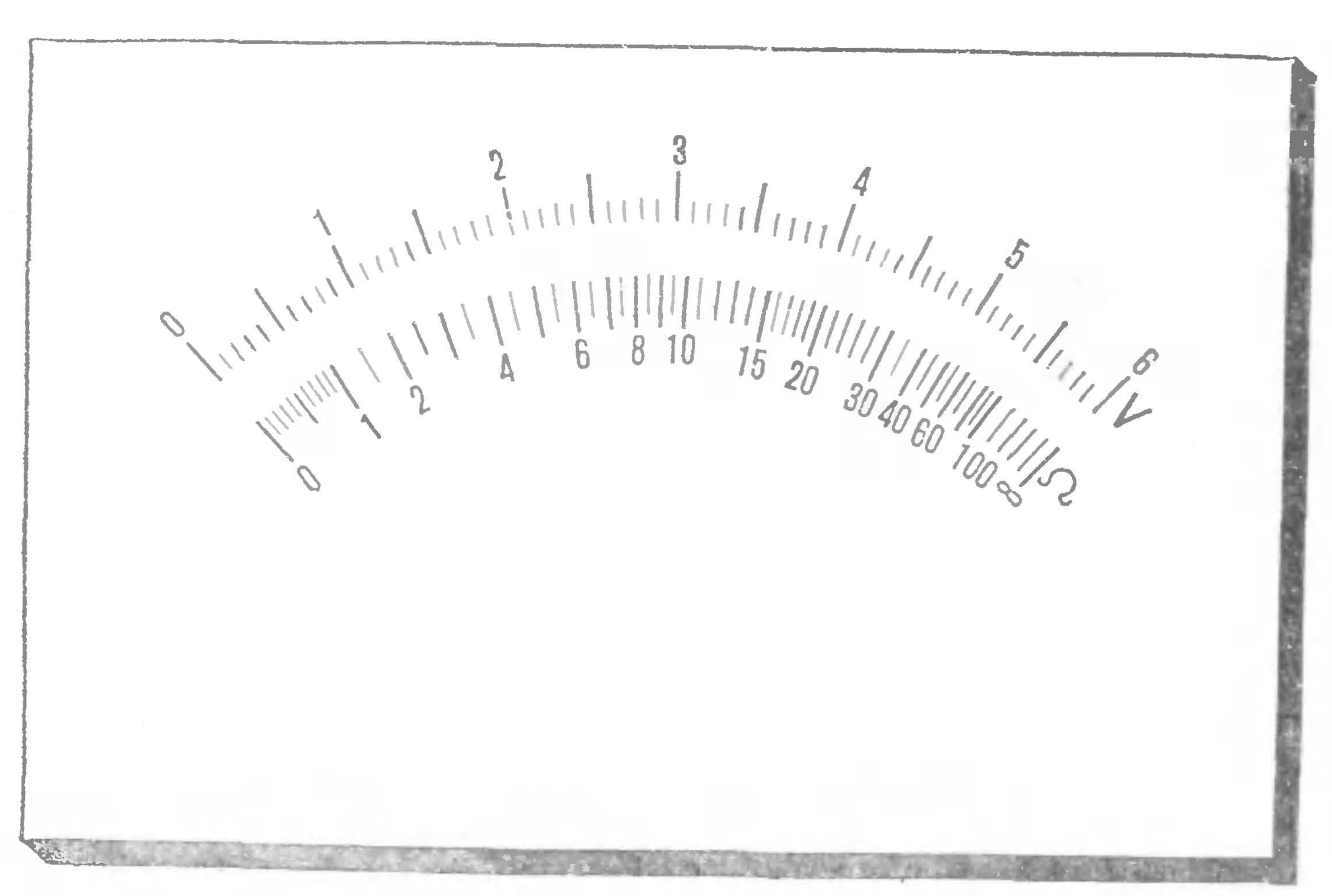


Рис. 3. Шкала вольтомметра

бой другой индикатор с силой тока полного отклонения стрелки не более 100 мкА.

Разъемы *X1, X2, X3* — высокочастотные, но могут быть и типа СГ-3. Источник питания составлен из трех элементов 316, соединенных последовательно.

Детали прибора расположены в корпусе от авометра Ц435. На верхней панели размещены переключатели, переменные резисторы, светодиод. Элементы 316 укреплены внутри отсека, предназначенного для размещения зажимов авометра. Остальные детали находятся внутри корпуса, причем подстроечные резисторы *R22, R23* прикреплены к боковой стенке корпуса так, чтобы их ручки были расположены напротив отверстий в стенке.

Для подключения прибора к проверяемым цепям использован экранированный кабель с разъемом на одном конце и щупами на другом. При измерении постоянных напряжений плюс должен подаваться на оплетку кабеля, минус — на внутреннюю жилу.

Начиная налаживание прибора, ставят движки переменных резисторов *R20* в среднее, *R22* и *R23*— в правое по схеме положения. Переключатель *S2* должен быть в положении *«6»* (шкала 0—6 В), а *S1* — в положении *«V»*. Стрелка индикатора отклонится вправо или влево от начального уровня. Вращением движка переменного резистора *R20* добиваются нулевого показания стрелки. Затем подают на вход прибора напряжение 6 В (от выпрямителя или от батареи, составленной из четырех последовательно соединенных элементов 316, 332 или других). Вращая движок подстроечного резистора *R22*, устанавливают стрелку индикатора на прежнее деление шкалы. Уменьшают входное напряжение до 3 В и ставят переключатель *S2* в положение *«3»*. Если стрелка индикатора при этом не достигнет предельного деления шкалы, подбирают резистор *R1*.

Приступая к налаживанию омметра, следует проверить напряжение на выходе стабилизатора, для чего контрольный вольтметр подключают между базой и эмиттером транзистора *V4* и добиваются нужного напряжения 0,3 В, вращая движок резистора *R17*. После этого устанавливают подстроечным резистором *R23* стрелку индикатора на предельное деление шкалы. При соединении щупов прибора стрелка индикатора должна показывать ноль (что корректируется резистором *R20*). Далее в положении «× 10» переключателя *S2* подключают к щупам резистор сопротивлением 100 Ом (точность подбора номинала до 1%). Стрелка индикатора должна отклониться на среднюю отметку шкалы. Если она остановится на другом делении, добиваются нужного отклонения более точным подбором резистора *R15*. В положении «× 100» переключателя *S2* подключают к щупам резистор сопротивлением 1000 Ом и подбором резистора *R10* (если это необходимо) контролируют отклонение стрелки индикатора на среднюю отметку. И так далее.

В заключение можно проверить правильность показаний прибора при измерении переменных напряжений. К выходному разъему подключают детекторную приставку, а ко входу приставки — кабель со щупами. На щупы подают переменное напряжение 3 или 6 В (например, с разделительного трансформатора, подключенного к автотрансформатору с регулируемым напряжением). Переключатель *S2* устанавливают в соответствующее положение (*«3»* или *«6»*). Проверяют отклонение стрелки индикатора на предельное деление шкалы и при необходимости добиваются этого подбором резистора *R26*.

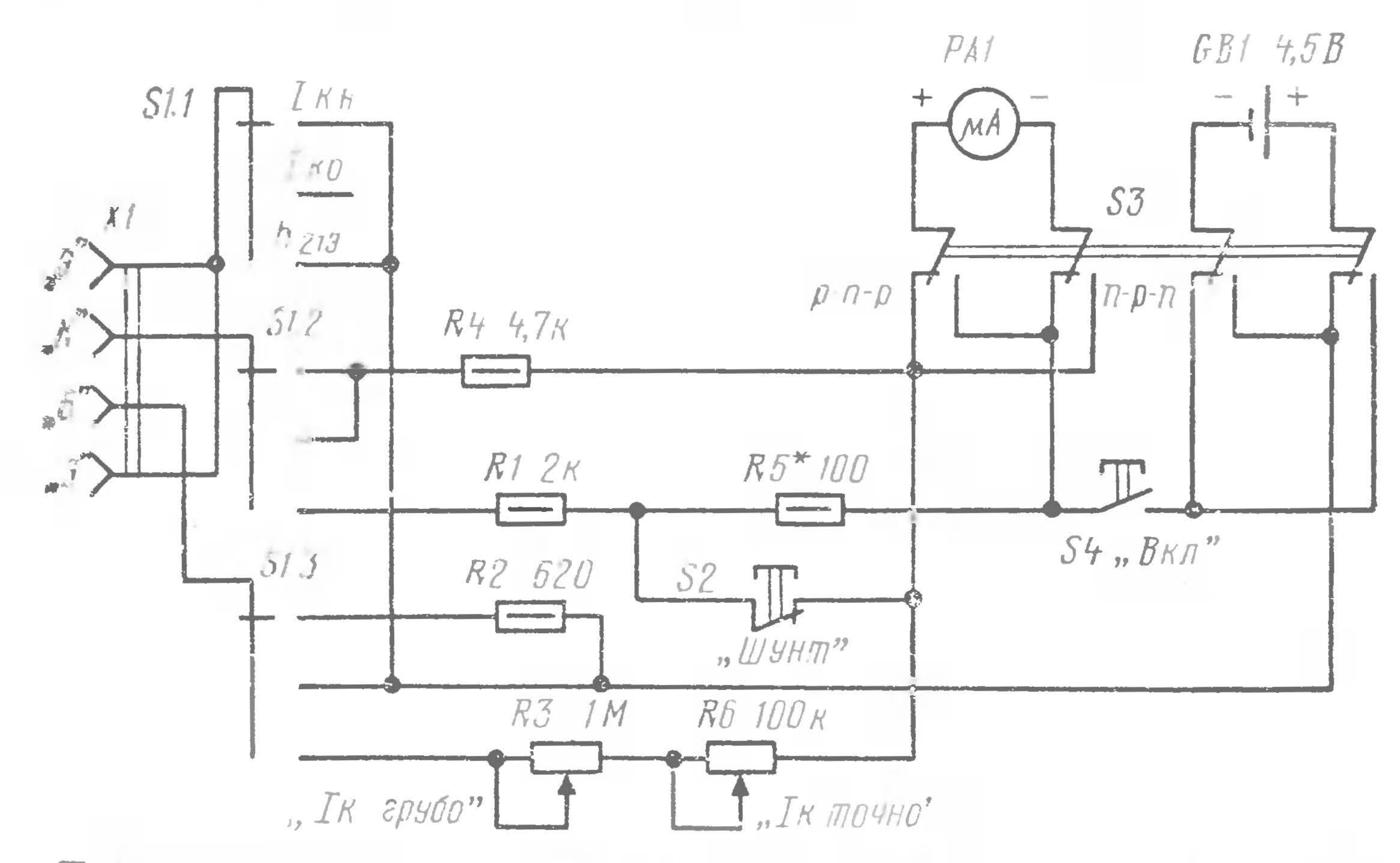
ИСПЫТАТЕЛЬ МАЛОМОЩНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

В. Чуприн

Этот прибор, схема которого приведена на рисунке, предназначен для измерения силы начального и обратного токов коллектора и статического коэффициента передачи тока маломощных транзисторов структуры *p—n—p* и *n—p—n*. Измерение последнего параметра производится при фиксированной силе тока коллектора.

Выводы проверяемого транзистора вставляют в гнезда разъема *X1* согласно показанной на схеме цоколевке. Положения переключателя *S1* соответствуют измеряемому параметру, переключателя *S3* — структуре проверяемого транзистора, с помощью кнопки *S4* подают напряжение питания, а кнопкой *S2* отключают шунт от стрелочного индикатора при измерении сил токов коллектора и базы. Переменные резисторы *R3* и *R6* задают выбранную силу тока коллектора (в данном случае 1 мА).

Рассмотрим работу прибора при всех режимах измерения. Переключатель *S1* устанавливают в положение, показанное на схеме (измерение начальной силы тока коллектора $I_{к.н}$). База проверяемого транзистора оказывается соединенной с эмиттером через резистор *R2*, а стрелочный индикатор *PA1* включается последовательно



Принципиальная схема испытателя маломощных транзисторов.

с резистором *R4* в цепь коллектора. Нажимают кнопку *S4* и проверяют исправность транзистора и правильность его подключения к измерительным цепям. При неисправном (пробит переход эмиттер — коллектор) или неверно подключенном к разъему транзисторе, а также при ошибочном положении переключателя структур *S3* стрелка индикатора отклонится почти на всю шкалу (благодаря резистору *R4*, ограничивающему максимальную силу тока через индикатор до 1 мА). Если же транзистор исправен, подключен верно, положение переключателя *S3* соответствует структуре проверяемого транзистора, то отклонение стрелки индикатора должно быть незначительное. Только в этом случае, не отпуская кнопки *S4*, нажимают кнопку *S2* и измеряют начальную силу тока коллектора транзистора.

При установке переключателя *S1* в среднее положение (измерение силы обратного тока коллектора $I_{ко}$), цепь коллектора остается без изменения, эмиттер транзистора отключается от цепей прибора, а база соединяется с источником питания, минуя резистор *R2*. Порядок измерения параметра остается таким же, что и в предыдущем случае.

В следующем положении переключателя рода измерений *S1* (измерение статического коэффициента передачи тока $h_{21э}$) к базе транзистора подключаются резисторы *R3*, *R6* (их движки должны находиться в крайнем левом по схеме положении — в этом нужно убедиться перед началом измерений), а в цепь коллектора — индикатор с ограничительным резистором *R1*. Индикатор теперь измеряет суммарную силу токов коллектора и базы. Нажав сначала кнопку *S4*, устанавливают переменными резисторами силу тока коллектора, равную 1 мА, а затем нажимают кнопку *S2* и определяют по шкале индикатора параметр $h_{21э}$. Реальное значение этого коэффициента будет на единицу меньше (поскольку статический коэффициент передачи тока определяется как частное от деления силы тока коллектора на силу тока базы, а индикатор в данном случае измеряет силу тока, превышающую реальную силу тока коллектора на величину силы тока базы). Кроме того, шкала индикатора при этом измерении будет «обратной» — большему отклонению стрелки будет соответствовать меньший коэффициент передачи тока:

$$h_{21Э} = \frac{I_к + I_б}{I_б} = \frac{I_к}{I_б} + 1.$$

В качестве индикатора *PA1* в приборе применен микроамперметр М494 с силой тока полного отклонения стрелки 50 мкА и сопротивлением рамки 1800 Ом. Можно использовать и микроамперметр с другим сопротивлением рамки, но тогда придется пересчитать сопротивление шунта (резистор *R5*). Переключатели и кнопки — любого типа с соответствующим числом контактов, стандартная панелька для транзистора может служить разъемом *X1*. Переменные резисторы — СП-I с характеристикой А, постоянные — МЛТ-0,5. Источник питания — батарея 3336Л или элементы на 1,5 В (например, три элемента 332, соединенные последовательно).

Налаживание прибора сводится к подбору резистора *R5*. Его сопротивление должно быть таким, чтобы стрелка индикатора отклонялась на предельное деление шкалы при силе тока 1 мА.

Градуировку шкалы индикатора по статическому коэффициенту передачи тока нетрудно сделать расчетным путем, находя частное от деления силы тока 1 мА на то или иное значение силы тока по шкале индикатора. При указанном индикаторе отклонению стрелки на предельное деление шкалы будет соответствовать статический коэффициент передачи тока 20 (реальный — 19), а отклонению стрелки на первое деление (2 мкА) — коэффициент 500. Таков диапазон измерения прибора. Если же установить силу тока коллектора равной 0,5 мА, минимально измеряемый коэффициент $h_{21Э}$ станет равен 10 (реальный — 9), а максимальный — 250.

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

В. Аблязов, Б. Руденко

В радиолюбительской практике все чаще используются полевые транзисторы. Но, к сожалению, до сих пор в продаже нет измерительных приборов, позволяющих проверять исправность и измерять основные параметры этих транзисторов. Поэтому радиолюбителям приходится изготавливать подобные приборы самостоятельно. Один из таких приборов, демонстрировавшийся на 27-й Всесоюзной радиовыставке, предлагается вниманию радиолюбителей.

Прибор позволяет проверять полевые транзисторы с *p-n* переходом и каналом *n-* или *p*-типа, с изолированным затвором и встроенным (собственным) каналом *n-* или *p*-типа, с изолированным затвором и индуцированным каналом *n-* или *p*-типа. С помощью прибора можно измерять: статическую крутизну (S) сток-затворной характеристики, начальную силу тока стока $(I_{сн})$ транзисторов с изолированным затвором и встроенным каналом, силу тока стока $(I_{ст})$ и напряжение отсечки $(U_{отс})$ транзисторов с *p-n* переходом, пороговое напряжение $(U_{пор})$ транзисторов с изолированным затвором и индуцированным каналом, статическую переходную характеристику $I_с = f(U_{зи})$ транзисторов любой структуры.

Пределы измерения прибора следующие: статической крутизны — 10 и 20 мА/В, силы тока стока (начальной силы тока стока) — 0,1 и 10 мА, напряжения отсечки (порогового напряжения) — от —10 до +10 В. Измерения параметров транзисторов производятся при напряжении сток-исток 10 В, частоте измерительного генератора 4 кГц, приращении напряжения на затворе (при измерении крутизны) 0,1 В. Основная приведенная погрешность во всех режимах измерения не превышает ±2,5%.

Крутизна сток-затворной характеристики измеряется на основании известного соотношения

$$S = \frac{\Delta I_с}{\Delta U_{зи}} \quad \text{при } U_{си} = \text{const},$$

где $\Delta I_с$ — приращение силы тока стока;
$\Delta U_{зи}$ — приращение силы напряжения на затворе;
$U_{си}$ — напряжение сток-исток.

В то же время $\Delta I_с = \Delta U_с / R_с$ (где $\Delta U_с$ — приращение напряжения на измерительном сопротивлении $R_с$, включенном в цепь стока), поэтому

$$S = \frac{\Delta U_с}{R_с \cdot \Delta U_{зи}}.$$

Поскольку $R_с$ и $\Delta U_{зи}$ постоянны, приращение напряжения $\Delta U_с$ на измерительном сопротивлении будет прямо пропорционально крутизне характеристики транзи-

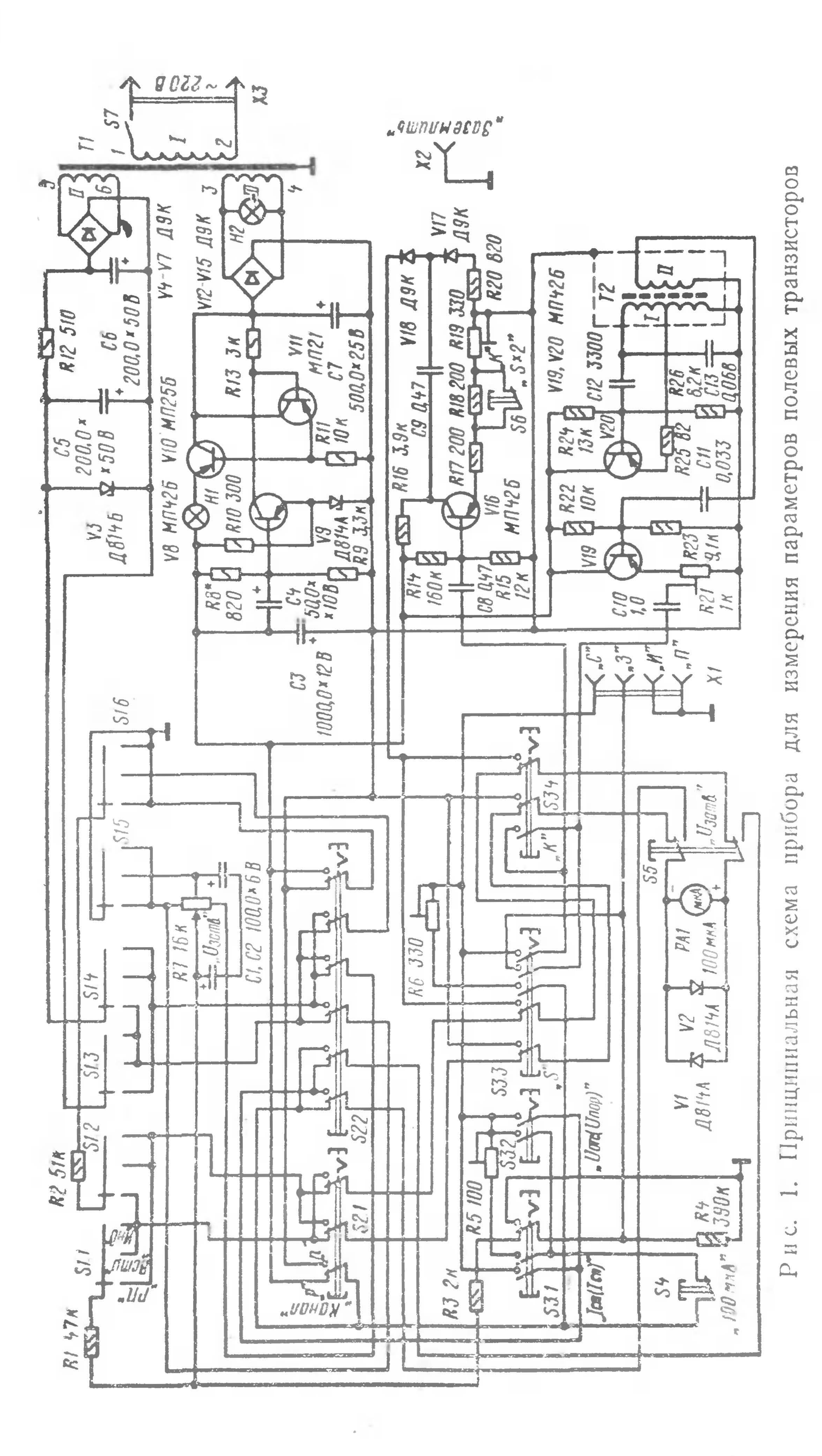


Рис. 1. Принципиальная схема прибора для измерения параметров полевых транзисторов

стора. Учитывая, что $\Delta U_{с} \ll U_{си}$, определенное таким образом значение крутизны практически не отличается от ее статического значения.

Для определения крутизны на затвор проверяемого транзистора подается от измерительного генератора небольшое (0,1 В) напряжение частотой 4 кГц. Переменная составляющая напряжения ($\Delta U_{с}$) на стоке транзистора после усиления детектируется и поступает на стрелочный индикатор, шкала которого проградуирована в значениях крутизны.

Начальная сила тока стока (сила тока стока) измеряется непосредственно включением индикатора в стоковую цепь транзистора при замкнутых выводах затвора и истока.

Напряжение отсечки (пороговое напряжение) определяется по измеренному напряжению на затворе транзистора, при котором сила тока стока равна 10 мкА.

Статическая переходная характеристика строится после определения нескольких значений силы тока стока при соответствующих значениях напряжения на затворе.

Принципиальная схема прибора приведена на рис. 1. Он состоит из измерительного генератора, измерительного усилителя с детектором, стабилизированных источников питания и устройств коммутации, обеспечивающих требуемые схемы измерения в зависимости от типа транзистора и измеряемого параметра.

Измерительный генератор собран по схеме индуктивной трехточки на транзисторе *V20*. Колебательный контур образован индуктивностью обмотки *I* трансформатора *T2* и конденсатором *C13*. Резистор *R25* является элементом отрицательной обратной связи и необходим для улучшения формы колебаний генератора. Колебания с частотой 4 кГц снимаются с обмотки *II* трансформатора и подаются через конденсатор *C11* на эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе *V19*. На нагрузке эмиттерного повторителя (подстроечный резистор *R21*) выделяется переменное напряжение, равное 0,1 В. При измерении крутизны оно поступает через переключатель *S3.3* на затвор транзистора.

Для усиления напряжения, снимаемого с измерительного резистора *R6* (он включен в цепь стока транзистора), используется усилитель, собранный на транзисторе

V16. Резисторы *R17* — *R19* образуют цепь отрицательной обратной связи, стабилизирующей режим работы усилителя. При нажатии кнопки *S6* последовательно с ними включается резистор *R18*, коэффициент усиления усилителя уменьшается в два раза, что эквивалентно расширению предела измерения крутизны вдвое (до 20 мА/В). Подстроечный резистор *R19* («*K*» — калибровка), ось которого выведена на переднюю панель прибора, позволяет установить необходимый коэффициент передачи напряжения в цепи измерительный генератор — усилитель в режиме калибровки.

Для измерения силы тока стока (начальной силы тока стока) и напряжения отсечки (порогового напряжения) используются два стабилизированных источника питания, переменный резистор *R7* для установки напряжения на затворе, шунтирующий резистор *R5*, добавочные резисторы *R1*, *R2*, стрелочный индикатор *PA1* со стабилитронами *V1*, *V2* защиты от перегрузок.

Стоковая цепь проверяемого транзистора питается от стабилизатора, собранного на транзисторах *V8*, *V10*, *V11* по компенсационной схеме. Выходное напряжение стабилизатора равно 10 В при силе тока нагрузки до 50 мА. Для защиты стабилизатора от коротких замыканий при случайном подключении к прибору неисправных транзисторов установлена балластная лампа *H1*. При нормальной нагрузке сопротивление нити лампы мало и практически не влияет на величину выходного напряжения. В случае короткого замыкания сила тока нагрузки резко возрастает, однако увеличивается и сопротивление нити накала лампы, что приводит к ограничению максимальной силы тока стабилизатора.

Напряжение питания цепи затвора поступает от параметрического стабилизатора, собранного на стабилитроне *V3*. При измерении параметров транзисторов с изолированным затвором и встроенным каналом иногда требуется подавать на затвор напряжения различной полярности. Для этого переменный резистор *R7* имеет отвод от средней точки, который через секцию *S1.5* переключателя *S1* соединяется с истоком проверяемого транзистора. Источник питания цепи затвора изолирован от общей цепи прибора, поэтому перемещением движка переменного резистора *R7* можно изменять напряжение на затворе от —5 до +5В. При этом нуль напряжения

$U_{зп}$ будет соответствовать среднему положению стрелки индикатора.

При измерении силы тока стока или начальной силы тока стока параллельно индикатору *PA1* включен шунтирующий резистор *R5*, расширяющий предел измерения до 10 мА. Когда же нужен предел измерения 100 мкА (для установки силы тока стока 10 мкА при измерении напряжения отсечки или порогового напряжения), нажимают кнопку *S4*, и резистор *R5* отключается.

Резисторы *R1* и *R2* являются добавочными сопротивлениями и используются при измерении индикатором напряжения на затворе (предел измерения до 10 В).

При калибровке прибора перед измерением крутизны напряжение измерительного генератора подается через контакты переключателя *S3.4* непосредственно на вход усилителя. Изменением сопротивления резистора *R19* добиваются отклонения стрелки индикатора на конечную отметку шкалы, что соответствует максимальному значению крутизны (10 мА/В). Такой способ калибровки снижает требования к стабильности напряжения генератора и коэффициента усиления усилителя.

В приборе применен индикатор *PA1* с силой тока полного отклонения стрелки 100 мкА (микроамперметр М24). В качестве трансформатора питания *T1* использован выходной трансформатор кадровой развертки телевизора ТВК-110ЛМ (выводы *4* и *5* изолируют друг от друга). Трансформатор *T2* выполнен на сердечнике Ш3 × 6 из пермаллоя марки 50НП. Обмотка *I* должна содержать 500 витков провода ПЭВ-2 0,1 с отводом от 200-го витка, считая от нижнего по схеме вывода, а обмотка *II* — 100 витков такого же провода.

Переключатели *S2*, *S3* — П2К, *S1* — галетный 3П6Н. Выключатель *S7* и кнопки *S4* — *S6* могут быть любого типа.

Переменный резистор *R7* — ППЗ-43, но в него введен дополнительный вывод от середины. Такого же типа применен и подстроечный резистор *R19*. Подстроечные резисторы *R6*, *R21* — СП5-14, *R5* — СП5-2. Лампа *H1* — коммутаторная на напряжение 12 В и силу тока 0,105 А, *H2* — любая на напряжение 12 В.

На схеме показан один разъем для подключения проверяемого транзистора. На самом деле разъемов несколько — они установлены для удобства подключения

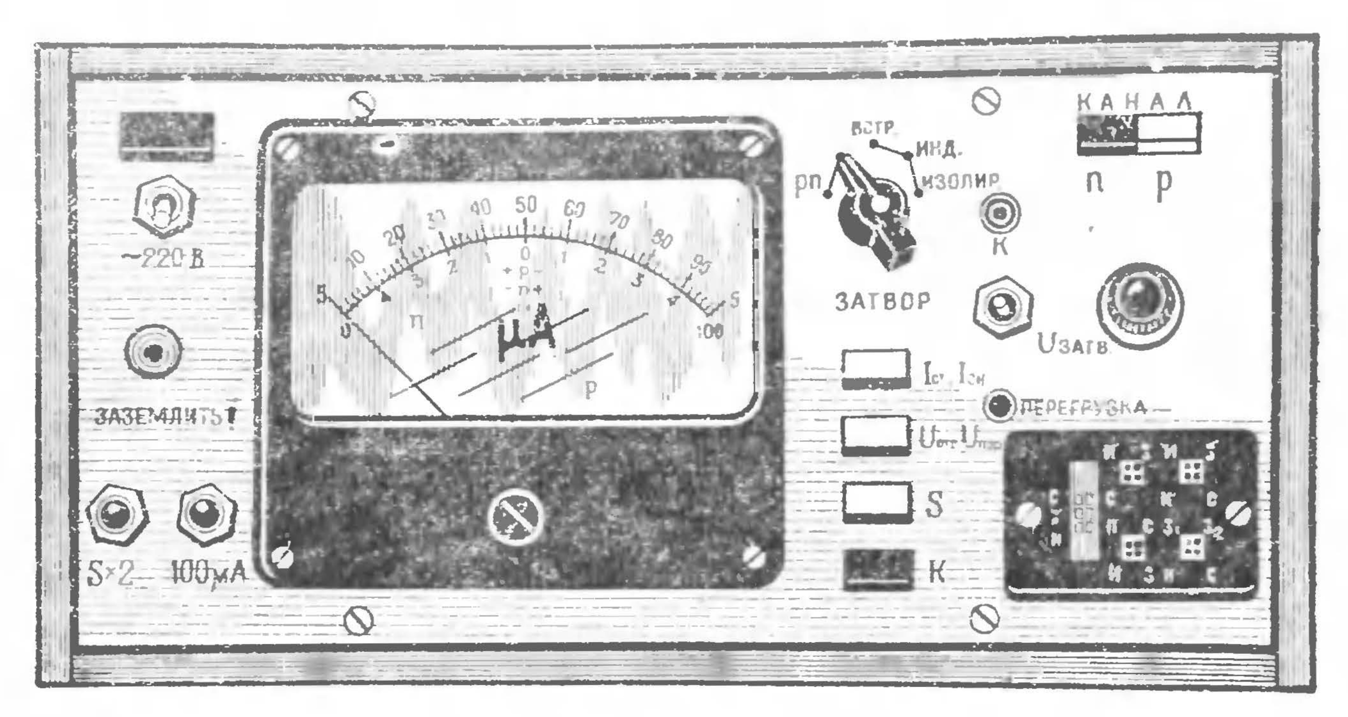


Рис. 2. Внешний вид прибора

различных транзисторов. Одноименные гнезда всех разъемов соединены параллельно. Разъемы смонтированы на пластине из эбонита, прикрепленной к корпусу прибора.

Детали прибора смонтированы в корпусе, изготовленном из бакелитовой фанеры, оклеенной отделочным пластиком. Внешний вид прибора показан на рис. 2.

Налаживание начинают с проверки напряжений питания. На выходе параметрического стабилизатора оно должно быть равно $10 \pm 0,1$ В. Добиваются этого подбором стабилитрона *V3*. Выходное напряжение компенсационного стабилизатора также должно быть 10 В (при силе тока нагрузки 20—30 мА), его устанавливают подбором резистора *R8*. Стабильность выпрямленных напряжений желательно проверить при изменении сетевого напряжения на $\pm 10\%$. Для проверки эффективности защиты компенсационного стабилизатора от возможных перегрузок необходимо при нажатой кнопке *S3.3* замкнуть гнезда стока и истока разъема *X1*. Лампа *H1* загорится, а температура транзистора *V10* не должна превысить 60° С.

Далее проверяют измерительный генератор, который выдает напряжение синусоидальной формы и частотой 4 кГц. Точнее частоту можно подобрать конденсатором *C13*. Напряжение на выходе генератора, то есть на движке подстроечного резистора *R21*, устанавливают равным 100 мВ и контролируют его ламповым милливольтметром, например, В3-13. Затем нажимают кнопку *S3.4* («*К*») и вращением движка резистора *R19* добиваются отклонения стрелки индикатора на предельное деление шкалы. При нажатии на кнопку *S6* («$S \times 2$») стрелка индикатора должна отклониться на среднее деление шкалы (для точной установки стрелки служит резистор *R18*).

После этого включают между гнездами «*С*» и «*И*» разъема *X1* цепочку из переменного резистора сопротивлением 1—2 кОм и миллиамперметра на 15—20 мА, устанавливают (при включенном переключателе *S3.1*) переменным резистором силу тока в цепи контрольного миллиамперметра 10 мА, а затем перемещением движка резистора *R5* добиваются отклонения стрелки индикатора прибора на предельную отметку шкалы.

С помощью контрольного омметра измеряют сопротивление резистора *R6* и устанавливают его равным 100 Ом с точностью ± 1 Ом.

Поскольку входное сопротивление полевых транзисторов велико, при налаживании прибора необходимо убедиться в отсутствии фона переменного тока на затворе транзистора. Для этого нужно при подключенном заведомо исправном транзисторе в режиме измерения крутизны сорвать колебания генератора (например, замкнув выводы конденсатора *C5*). При отсутствии фона стрелка индикатора должна возвратиться на нулевое деление. В противном случае придется изменить ориентацию трансформатора питания, закрыть его или разъемы для подключения транзисторов защитным экраном, удалить детали генератора от цепей затвора.

При работе с прибором следует обязательно заземлять гнездо *X2*.

ЭЛЕКТРОННАЯ ИГРОТЕКА

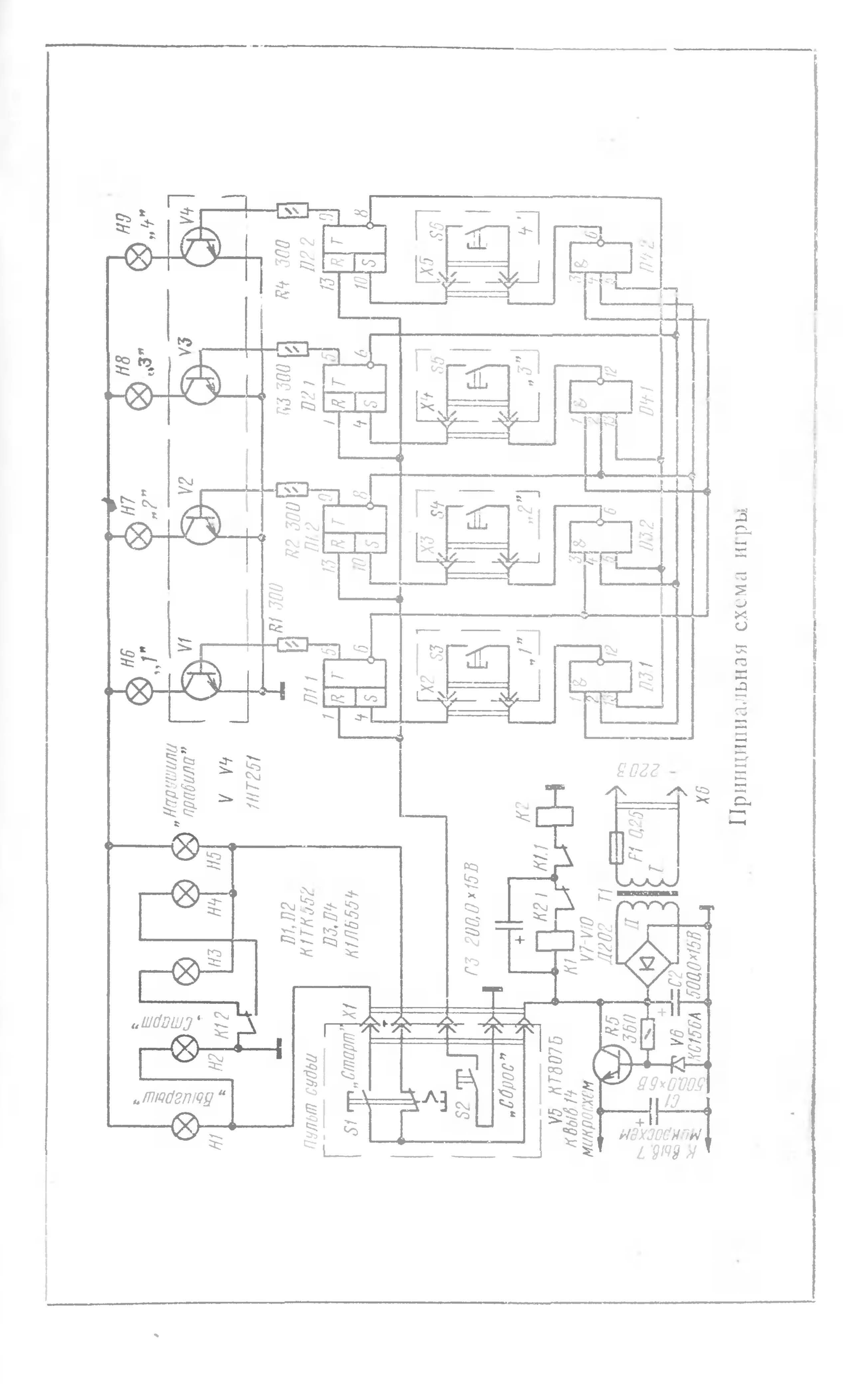
ИГРА «КТО ПЕРВЫЙ»

А. Евсеев

В этой игре могут участвовать до четырех человек. Каждому из них дается небольшой пульт с кнопкой. Такой же пульт у ведущего (судьи). Все пульты соединены проводниками с прибором, на передней стенке которого расположены сигнальные лампы. Как только ведущий нажмет кнопку на пульте и даст сигнал старта, игроки должны нажать кнопки на своих пультах. Кому удастся это сделать быстрее, тот и побеждает. Чтобы точнее выявить в этой игре человека с хорошей реакцией, дают десять стартов и определяют победителя по наибольшему числу выигрышей.

Принципиальная схема игры приведена на рисунке. В ней применены интегральные микросхемы серии К155. В исходном положении *D*-триггеры находятся в нулевом состоянии, для чего служит кнопка *S2 «Сброс»* на пульте ведущего. Кроме того, в исходном положении на панели прибора периодически зажигаются лампы *Н3, Н4* отвлекающего сигнала. Переключение ламп осуществляется простейшим автоматом, собранным на реле *К1, К2* и конденсаторе *С3*.

Когда ведущий нажимает кнопку *S1 «Старт»*, лампы *Н3, Н4* отключаются нижней по схеме группой контактов кнопки *S1*, а через верхнюю группу контактов напряжение подается на лампу *Н2 «Старт»*. Как только она зажжется, игроки должны нажать кнопки на своих пультах. Предположим, первым это удалось сделать игроку, владеющему кнопкой *S3* (игрок № 1). Тогда нулевой потенциал с выхода элемента *D3.1* поступит через замкнутые контакты кнопки на вход *S* триггера *D1.1* и переключит его в единичное состояние. На инверсном выходе установится логический 0, который будет



Принципиальная схема игры

подан на один из входов каждого элемента *D3.2, D4.1, D4.2,* и на их выходах установится логическая 1. Поэтому нажатие своих кнопок другими игроками после этого момента не приведет к изменению состояния триггеров *D1.2, D2.1, D2.2.* Поскольку на прямом выходе триггера *D1.1* установится логическая 1, транзистор *V1* откроется. Зажжется лампа *H6,* а вместе с ней и лампа *H1* — они известят о лидере этого старта.

Если первым нажмет свою кнопку игрок № 2, вместе с лампой *H1* загорится *H7* («2») и т. д. Если же кто-либо из игроков нажмет кнопку раньше времени (фальстарт), загорится лампа *H5* и соответствующая сигнальная лампа *(H6—H9)* — они известят о нарушении правил игры и укажут нарушителя.

В качестве микросхем *D1—D4* могут быть применены соответствующие аналоги микросхем серии К133. Транзисторную сборку К1НТ251 можно заменить четырьмя транзисторами структуры *n-p-n* с допустимым напряжением коллектор — эмиттер не менее 20 В и током коллектора не менее 300 мА, а вместо транзистора КТ807Б применить КТ807, КТ801, КТ603—КТ605.

Кнопки *S1, S2* — П2К. *S3—S6* — звонкового типа. Лампы *H1, H5—H9* — МН6,3-0,3 *H2—H4* — МН13,5-0,16. При использовании других ламп накаливания потребуется подбор резисторов *R1—R4.* Реле *K1, K2* — РЭС-9, паспорт РС4.524.202. Конденсаторы *C1—C3* могут быть К50-3, К50-6, ЭГЦ.

Трансформатор питания можно применить любой конструкции, мощностью не менее 10 Вт и с напряжением на вторичной обмотке 12—15 В (например, трансформатор ТВК-70 — выходной трансформатор кадровой развертки телевизоров).

Правильно смонтированная игра не нуждается в налаживании и начинает работать сразу. Желаемую частоту переключения ламп *H3, H4* (отвлекающий сигнал) можно установить подбором конденсатора *C3.* Если будет наблюдаться неустойчивая работа триггеров из-за наводок на их входы, следует подключить к входам *S* резистор сопротивлением 5—10 кОм, соединенный с проводом питания +5 В. Такой же резистор подключают и к входам *R.*

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ ОТГАДЧИК

А. Евсеев

Это устройство обычно пользуется популярностью в уголках игр и аттракционов школ и пионерских лагерей. На передней панели прибора расположены цифровой индикатор и четыре колонки цифр:

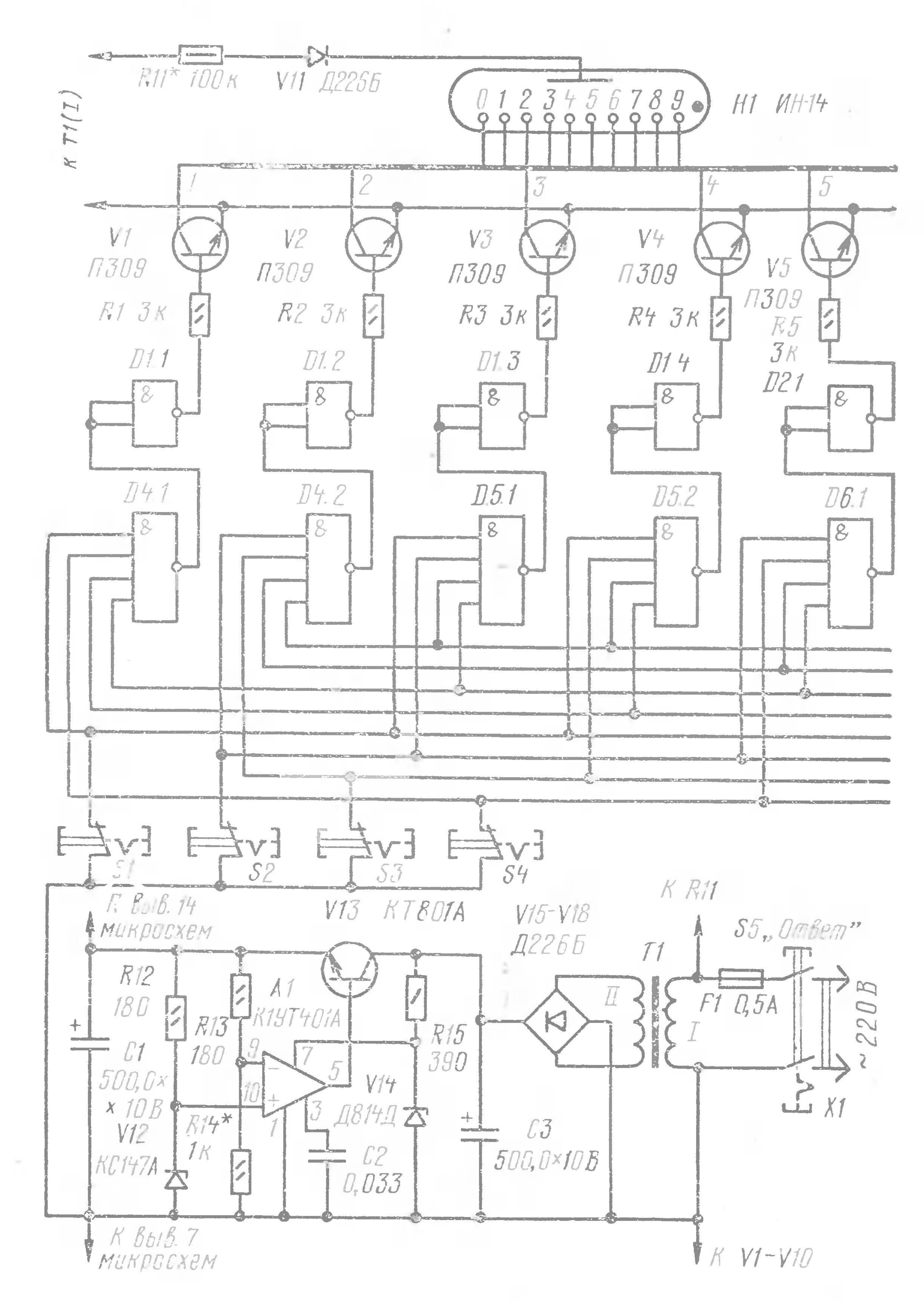
1 2 0 6
4 5 2 8
0 7 4 1
9 8 7 0
3 9 8 5
7 3 6 9

Под каждой колонкой установлена электрическая кнопка. Нужно задумать любую цифру от 0 до 9 и нажать кнопки под теми колонками, в которых встречается задуманная цифра. После этого нажимают кнопку ответа, и цифровой индикатор высвечивает «отгаданную» автоматом цифру, которую вы задумали.

Основная часть автомата (см. рис.) — дешифратор, собранный на логических элементах «И—НЕ». Такой элемент работает следующим образом: если на всех его входах есть сигнал (логическая 1), то на выходе сигнал отсутствует (логический 0). При иных сочетаниях входных сигналов на выходе устанавливается логическая 1.

Разберем работу кибернетического автомата. Допустим, задумана цифра 7 и нажаты кнопки *S1, S2, S3,* расположенные соответственно под первой, второй и третьей колонками цифр. Нетрудно проследить по схеме, что при нажатии кнопки *S5 «Ответ»* и подаче питания на автомат логические 1 подаются в этом случае на входы элемента *D7.1* и на выходе его устанавливается логический 0. Элемент *D2.3* инвертирует 0, и на базу транзистора *V7* подается открывающее его положительное напряжение. На цифровом индикаторе высвечивается цифра 7.

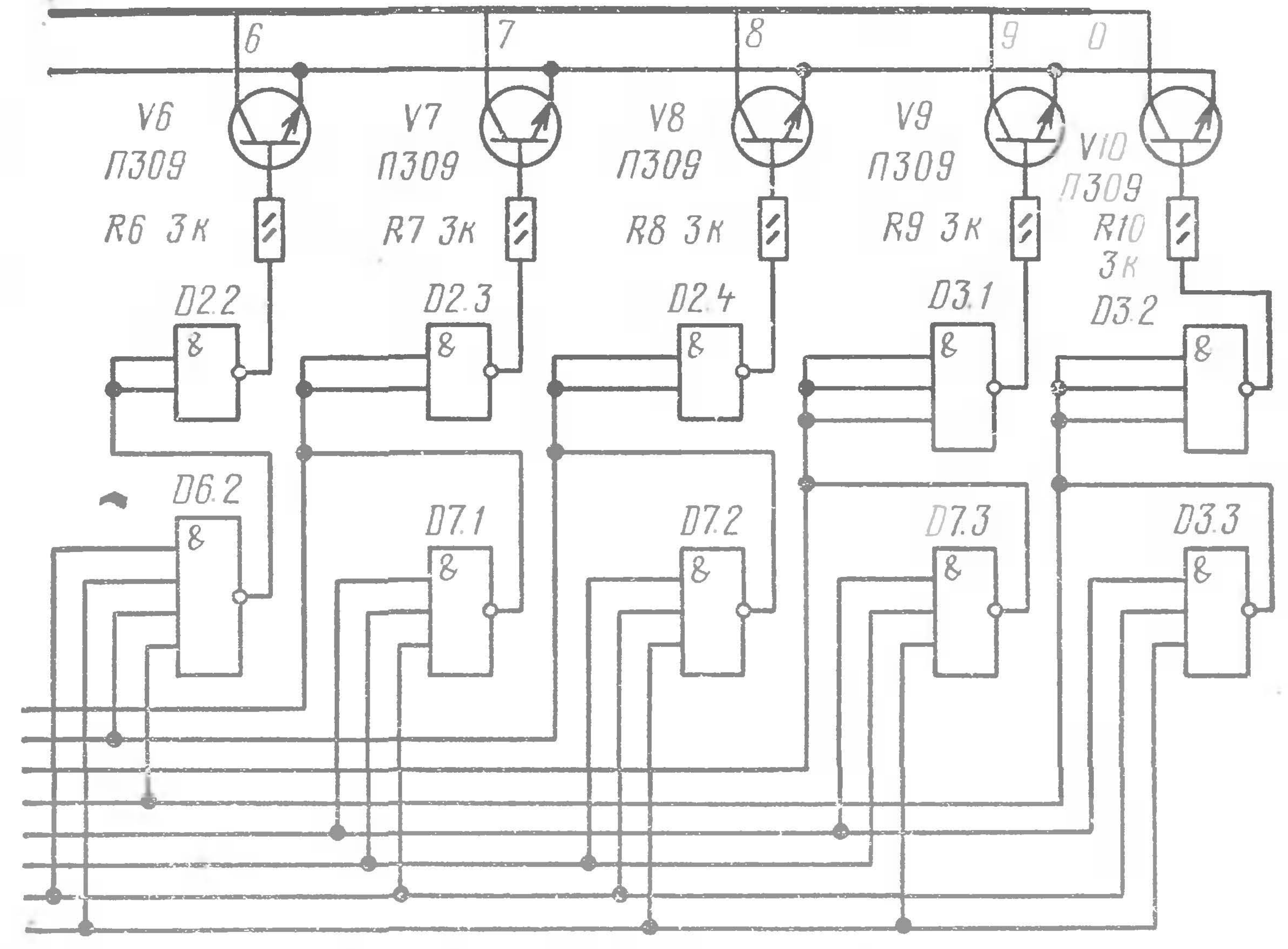
Цифры 1, 5, 6, 8, 9, 0 не будут светиться, поскольку по крайней мере на одном из входов элементов *D4.1, D6.1, D6.2, D7.2, D7.3, D3.3* имеется логический 0. Цифры 2, 3, 4 не будут светиться потому, что на один из входов элементов *D4.2, D5.1, D5.2* подается логический



0 с выхода элемента *D7.1*. Аналогично устройство работает и при других сочетаниях нажатых кнопок.

Резисторы *R1—R10* нужны для предотвращения перегрузок инверторов и для ограничения базовых токов транзисторов. Сопротивление резистора *R11* зависит от





Принципиальная схема кибернетического отгадчика

типа применяемого цифрового индикатора и подбирается экспериментально.

Кнопки *S1 — S4* — П2К, с фиксацией положения. Размыкание контактов кнопок при их нажатии эквивалентно подаче на входы соответствующих элементов положительного потенциала.

Интегральные микросхемы питаются от выпрямителя со стабилизированным напряжением 5 В (коэффициент стабилизации около 300). Сила потребляемого микросхемами тока не превышает 70 мА. Принцип работы стабилизатора подробно рассмотрен в статье В. Крылова «Применение операционных усилителей» («Радио», 1977, № 4, с. 39). Конденсатор *C2* включен в корректирующей цепи операционного усилителя *A1*. Резистором *R14* устанавливают выходное напряжение стабилизатора 5 В.

Трансформатор питания *T1* — от электрофона «Юность». Его вторичная обмотка перемотана и содержит 200 витков провода ПЭВ-2 0,25. Напряжение на

обмотке около 15 В. Можно применить и другой трансформатор с таким напряжением на вторичной обмотке при силе тока потребления не менее 0,2 А.

Транзисторы П309 можно заменить на П307, П308, КТ605. Микросхемы могут быть серии К133. Если есть элементы «И», то их используют вместо элементов *D4 — D7, D3.3*. В этом случае элементы *D1, D2, D3.1, D3.2* удаляют и устанавливают проволочные перемычки.

Цифровые индикаторы — ИН-4, ИН-8 и другие.

Для питания устройства можно применить стабилизированный источник от предыдущей конструкции.

ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ

ТРЕХФАЗНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ЕЛОЧНЫХ ГИРЛЯНД

Л. Соколов

При конструировании различных переключающих устройств для новогодней елки радиолюбители нередко используют многофазные мультивибраторы, позволяющие получить как плавное переключение ламповых гирлянд, так и эффект «бегущих огней». В предлагаемом устройстве за основу взят трехфазный мультивибратор.

Рассмотрим принципиальную схему переключателя гирлянд (рис. 1), выполненного на транзисторах *V12, V14, V16*. Выходные импульсы каждого каскада мультивибратора поступают кроме базы транзистора следующего каскада еще и на управляющий электрод своего

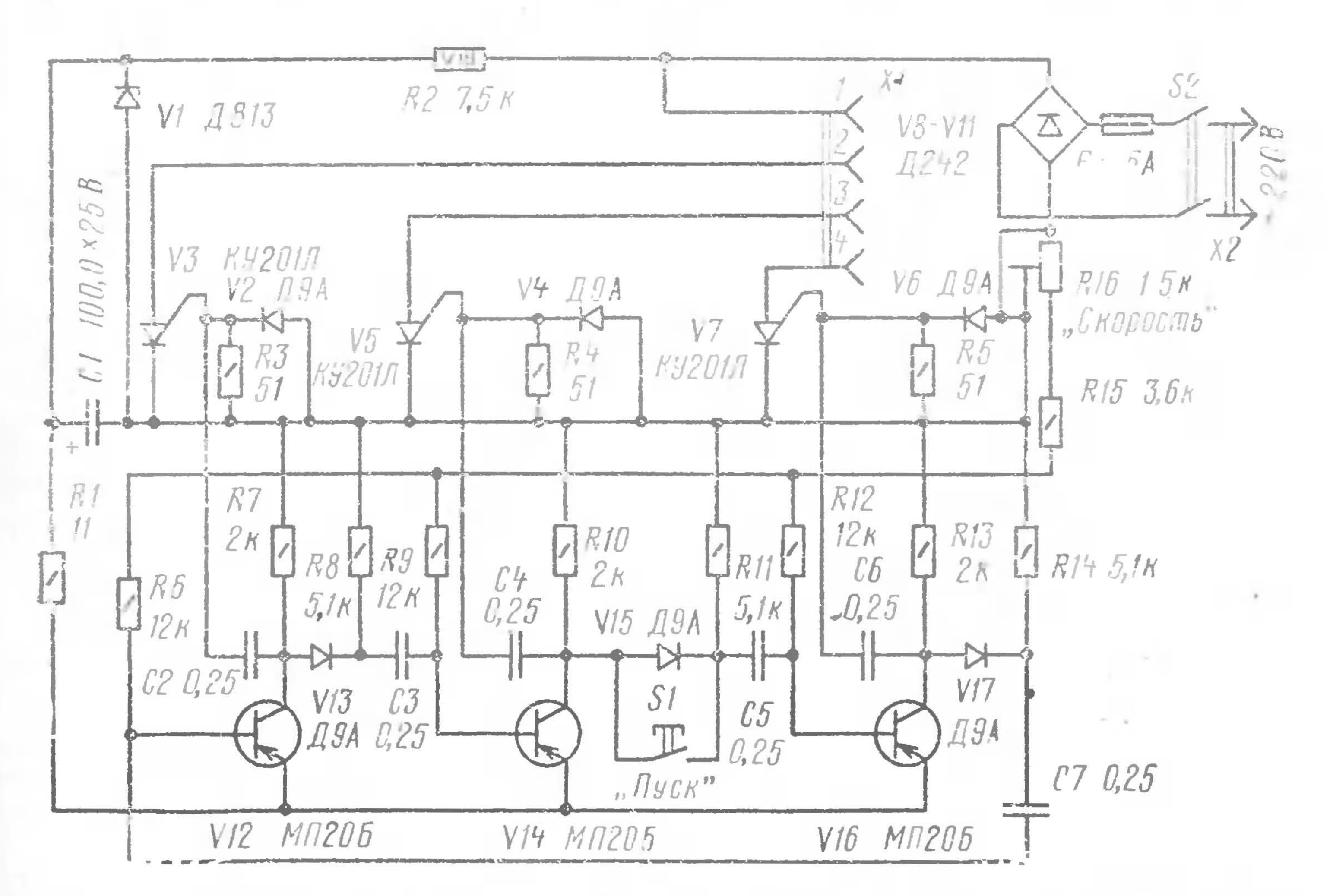


Рис. 1. Принципиальная схема трехфазного переключателя елочных гирлянд

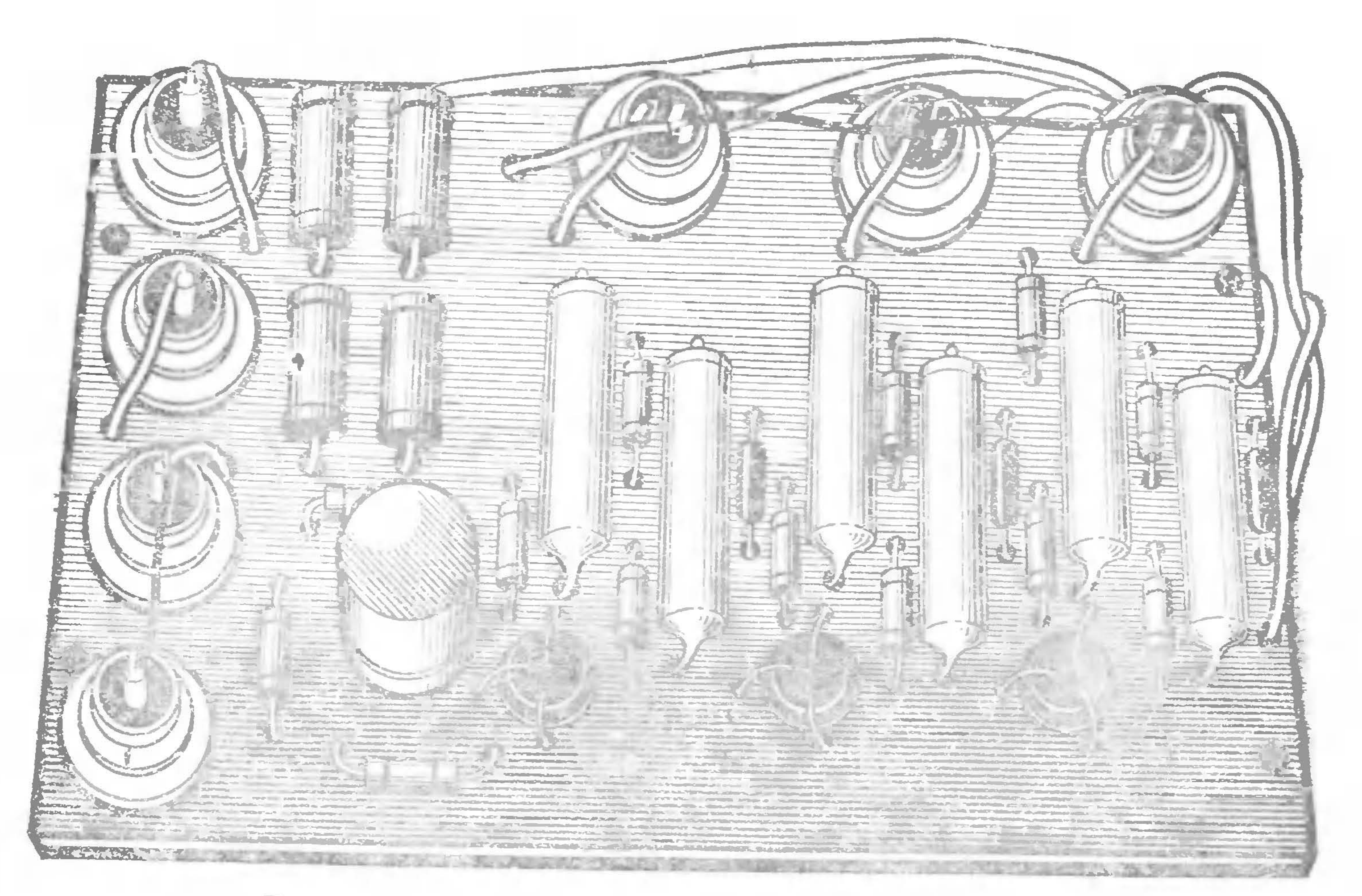


Рис. 2. Внешний вид платы переключателя

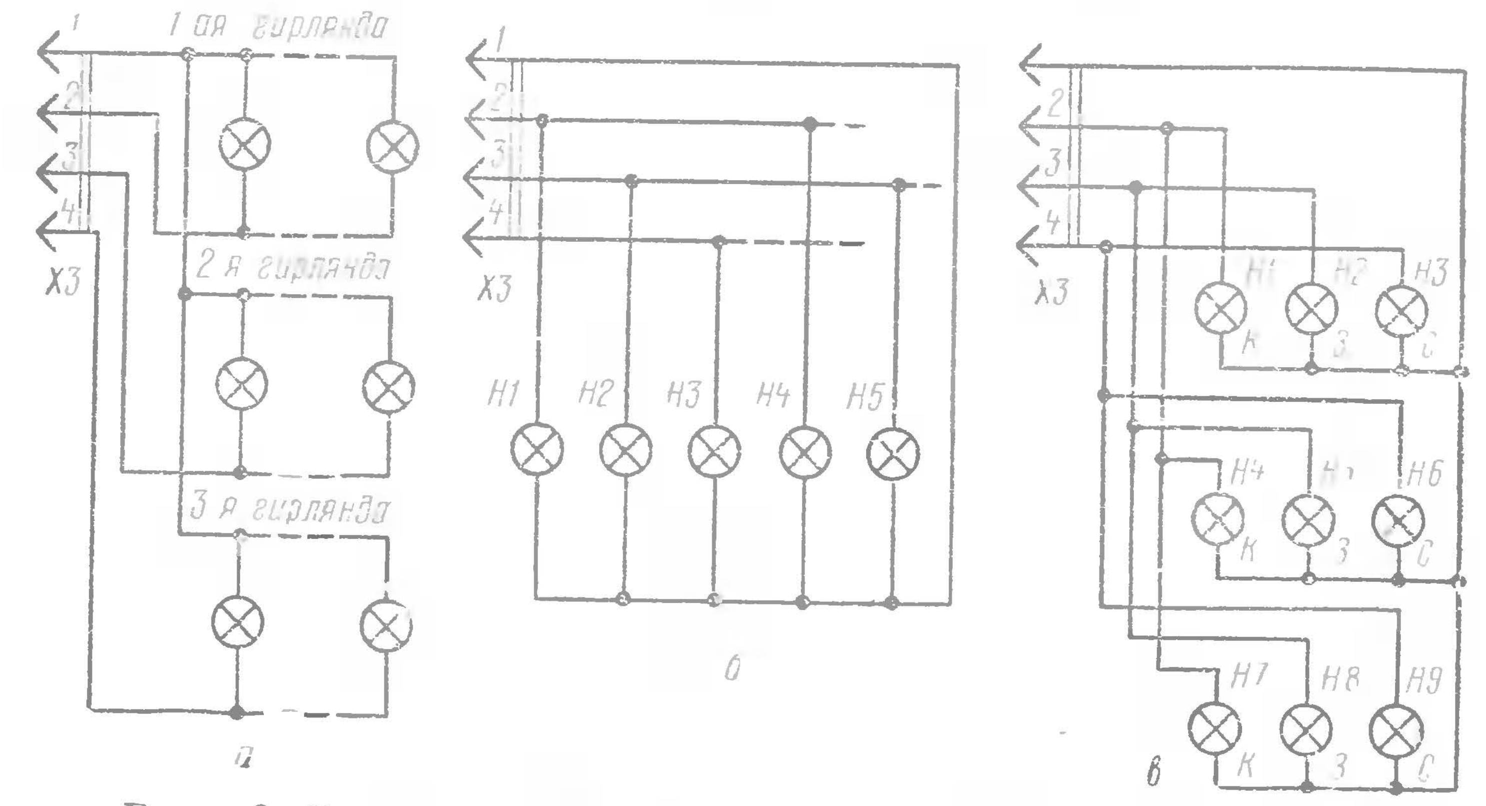


Рис. 3. Варианты подключения гирлянд к переключателю

тринистора (*V3, V5, V7*). Поскольку импульсы мультивибратора имеют отрицательные выбросы, управляющие электроды тринисторов защищены от них диодами (*V2, V4, V6*). Для повышения надежности включения тринисторов при изменении окружающей температуры между управляющими электродами и катодами включены шунтирующие резисторы (*R3—R5*).

Лампы гирлянд, включенных в разъем *X1*, питаются напряжением частотой 100 Гц от выпрямителя на диодах *V8—V11*. Это же напряжение подается на анод тринисторов. Мультивибратор питается от источника постоянного напряжения с параметрической стабилизацией, которая осуществляется гасящим резистором *R2*, стабилитроном *V1* и сглаживающим конденсатором *C1*. Резистор *R1* — общеэмиттерный резистор мультивибратора.

Принцип работы переключающего устройства заключается в том, что на управляющие электроды тринисторов подаются импульсы с частотой, близкой к частоте питающего тринисторы напряжения. При этом из-за разности периодов повторения импульсов питания и управления угол открывания тринисторов в каждой фазе постепенно изменяется, что влияет на средний ток, протекающий через включенные последовательно с тринисторами лампы гирлянд. В результате яркость гирлянд изменяется медленно, создается впечатление, что свет по лампам перемещается волнами. Частоту изменения яркости, т. е. скорость перемещения «волн» можно устанавливать подстроечным резистором *R16* «*Скорость*». Причем если частота мультивибратора, подобранная этим резистором, меньше частоты питающего тринисторы напряжения, световая «волна» перемещается в одну сторону, а если больше — в обратную.

В переключающем устройстве применены постоянные резисторы МЛТ (резистор *R2* составлен из четырех резисторов МЛТ-2 сопротивлением по 7,5 кОм, включенных последовательно-параллельно), подстроечный резистор — СП-I, электролитический конденсатор *C1* — К50-6, остальные конденсаторы — МБМ на напряжение 160 В. Разъем *X2* — сетевая вилка, *X1* — любого типа, рассчитанный на напряжение 220 В и допустимую силу тока через контакты не менее 3 А. Кнопка *S1* (она нужна для пуска устройства) и выключатель *S2* — любой конструкции.

Большинство деталей переключателей смонтировано на плате из фольгированного стеклотекстолита (рис. 2). Соединения между деталями выполнены способом печатного монтажа.

В зависимости от нужного светового эффекта к устройству подключают гирлянды с соответствующим

соединением ламп (рис. 3). Так, для получения простого переключения гирлянд их лампы должны быть соединены друг с другом и с ответной частью разъема питания, как показано на рис. 3, *а*.

Если лампы гирлянд расположить в цепочку и соединить как показано на рис. 3, *б*, получится эффект «бегущих огней».

Наибольшее впечатление получится при программном чередовании включения ламп, окрашенных в разные цвета. В этом случае лампы гирлянд раскрашивают в красный, зеленый, синий цвета и соединяют, как показано на рис. 3, *в*. Затем устанавливают их за специальным экраном, изготовленным, например, из молочного или матированного плексигласа. Интенсивность свечения ламп будет изменяться при работающем переключателе, и на экране создастся интересная цветовая картина (как в цветомузыкальных устройствах), повторяющаяся через каждый цикл работы устройства.

Суммарная мощность ламп, подключаемых к каждому тринистору, не должна превышать 600 Вт. Если переключающее устройство предназначено для работы на улице, в него следует ввести термокомпенсирующие кремниевые диоды, например серии Д220, включив их параллельно базовым резисторам *R6, R9, R12* (катодом к базе).

БЕСКОНТАКТНОЕ ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

В. Блоха

Переключающее устройство, схема которого приведена на рис. 1, создает эффект световой «бегущей волны». Оно состоит из низкочастотного мультивибратора, кольцевого счетчика на маломощных тринисторах и усилителя мощности на силовых тринисторах.

Мультивибратор собран на транзисторах *V1* и *V2*. Прямоугольные импульсы мультивибратора, снимаемые с коллектора транзистора *V2*, поступают на эмиттерный повторитель, собранный на транзисторах *V3, V4*. С нагрузки повторителя (резистор *R6*) сигнал поступает на вход кольцевого счетчика, который состоит из тринисторов *V6, V8, V10* с резисторами *R8, R10, R12* в качестве

анодной нагрузки. Вместо резисторов можно включить лампы накаливания на соответствующее напряжение, и тогда они станут своеобразными индикаторами состояния счетчика.

Анод каждого тринистора связан с управляющим электродом следующего тринистора последовательной цепочкой из резистора и емкости, к общей точке соединения которых подается через диод входной импульс с эмиттерного повторителя. Кроме того, между анодами тринисторов включены конденсаторы *C4, C5, C7*, которые также определяют работу кольцевого счетчика.

Для запуска счетчика конденсатор *C6* в цепи управляющего электрода тринистора *V8* взят вдвое большей емкости, чем у аналогичных конденсаторов других тринисторов. Поэтому при включении питания первоначальный импульс тока через управляющий электрод тринистора *V8* оказывается достаточным для его открывания, в то время как остальные тринисторы счетчика остаются закрытыми.

Возможен и другой вариант запуска счетчика — после включения питания подавать через кнопку и резистор

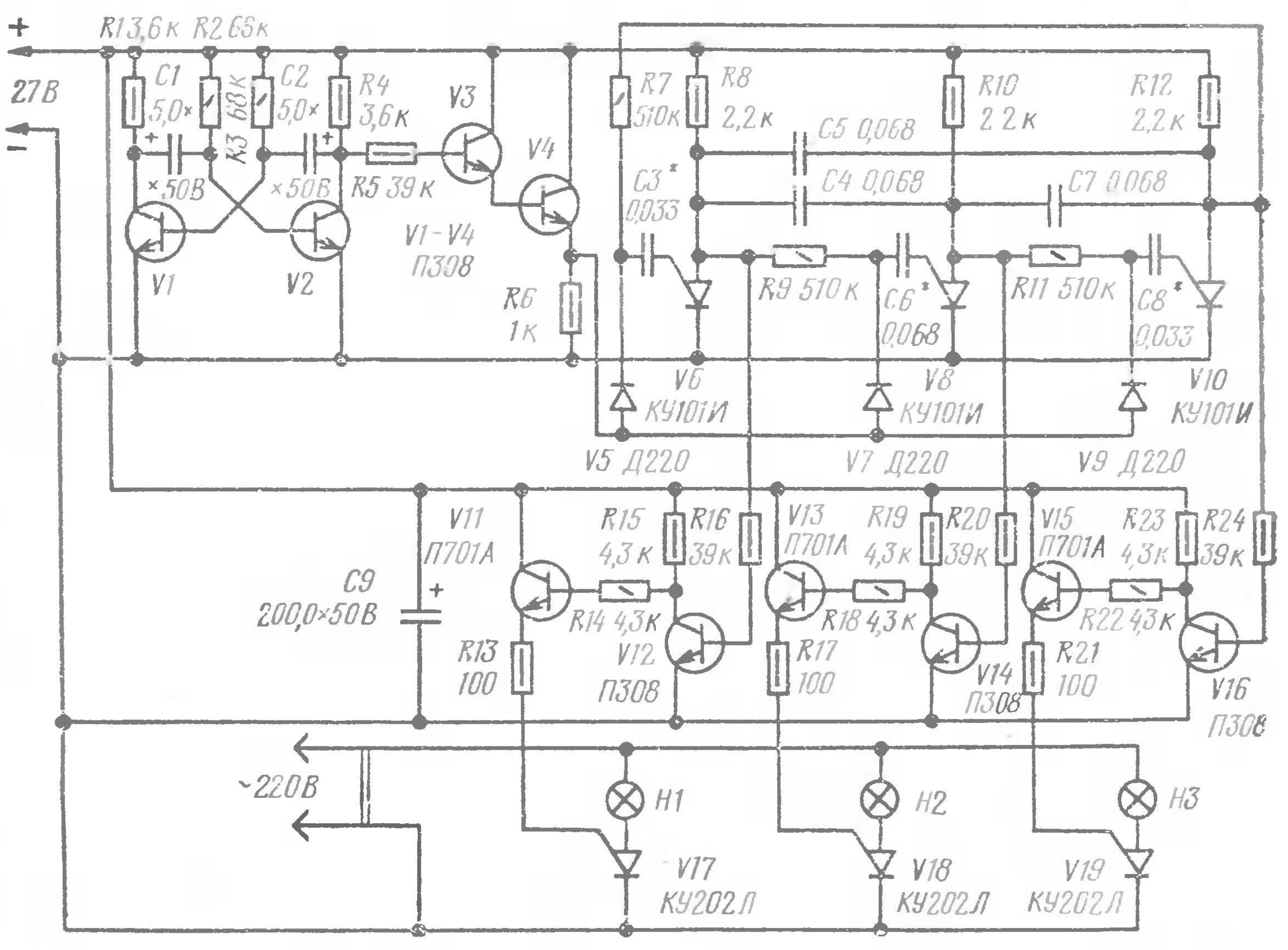


Рис. 1. Принципиальная схема бесконтактного переключающего устройства

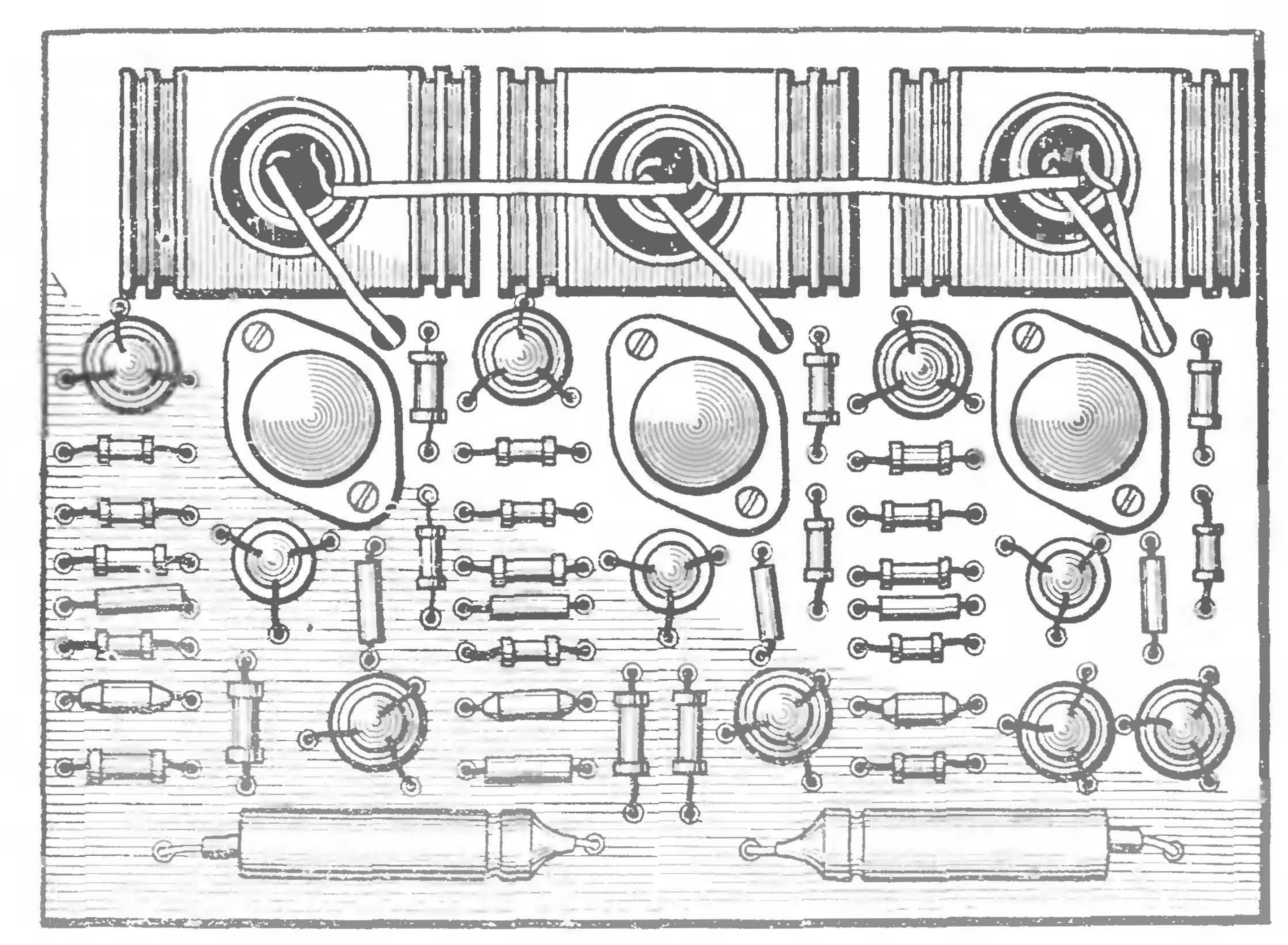


Рис. 2. Внешний вид платы переключающего устройства

положительное напряжение на управляющий электрод одного из тринисторов.

После запуска счетчика импульсы мультивибратора будут поочередно открывать соседние с уже открытым тринисторы. Так, следующим после тринистора *V8* откроется *V10*, затем *V6* и так далее по кольцу.

С анода каждого тринистора счетчика напряжение поступает на свое ключевое устройство, выполненное на двух транзисторах (*V11*, *V12* и т. д.). Эмиттерная цепь выходного транзистора каждого ключевого устройства соединена с управляющим электродом мощного тринистора *V17—V19*, управляющего гирляндой ламп (*H1—H3*).

Детали переключающего устройства смонтированы на плате из гетинакса (рис. 2). Для крепления выводов деталей на плате развальцованы пустотелые заклепки. Соединения между заклепками выполнены одножильным проводом в поливинилхлоридной изоляции. Тринисторы *V17—V19* установлены на радиаторы, что позволяет использовать гирлянды мощностью до 1000 Вт.

Питание мультивибратора, кольцевого счетчика и ключевых устройств может обеспечить выпрямитель напряжением 27 В при силе тока потребления до 0,5 А. Выходные цепи выпрямителя должны иметь хорошую изоляцию от сетевого напряжения.

ЭЛЕКТРОННАЯ ТАБЛИЦА УМНОЖЕНИЯ

А. Шкуренков

Как известно, применение технических средств повышает эффективность учебного процесса и качество усвоения материала. С этой целью и была разработана электронная таблица умножения — простая вычислительная машина, предназначенная для обучения школьников младших классов таблице умножения.

При разработке машины ставилась задача создать устройство, которое подводило бы ученика к осмысленному изучению таблицы в общепринятой форме ее записи через игру с переключателями, кнопками, лампочками. С этой целью передняя панель устройства (рис. 1) оформлена аналогично записи примера на умножение в тетради. Левой крайней ручкой задают множимое, сле-

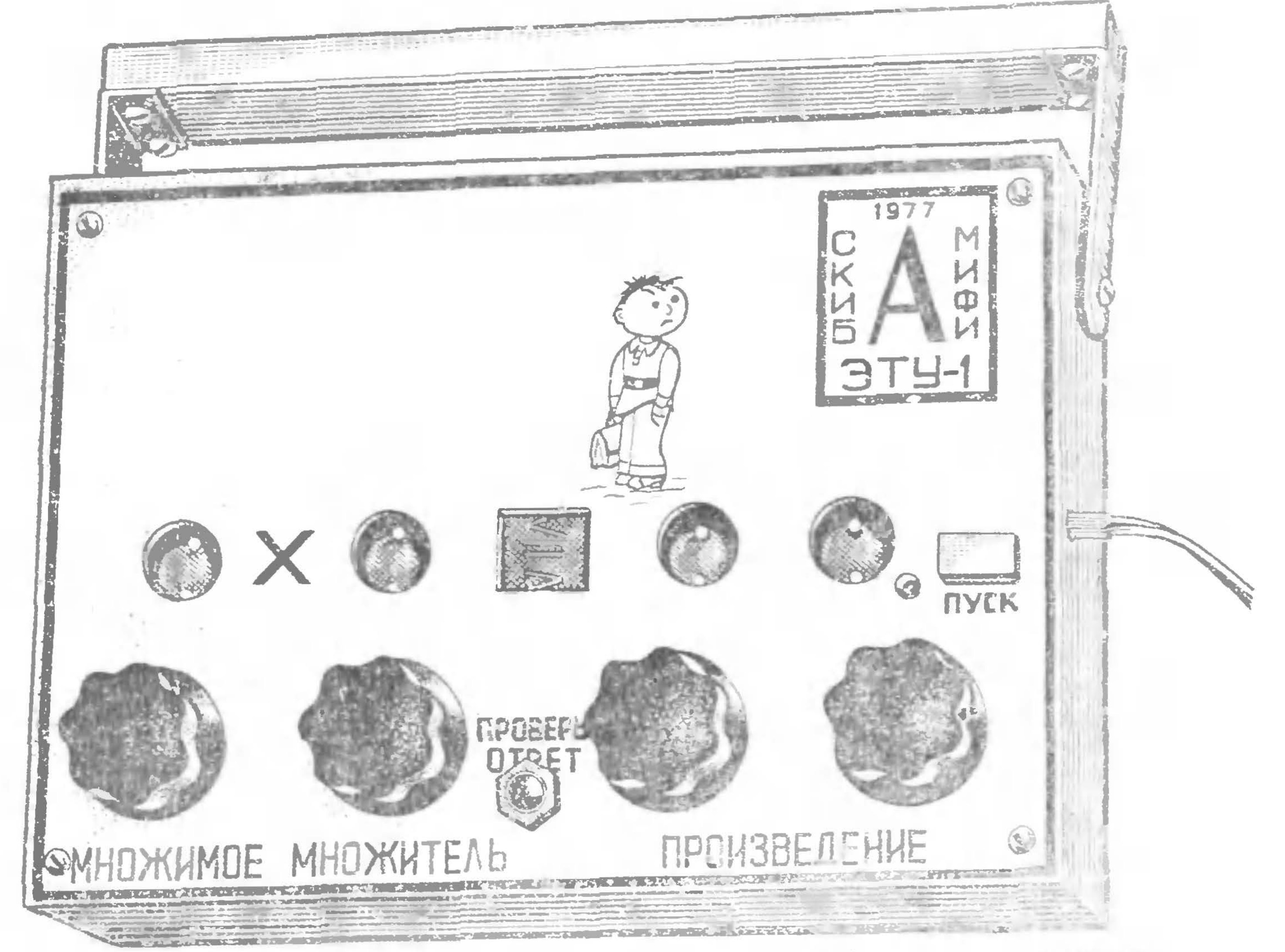


Рис. 1. Внешний вид электронной таблицы умножения

Множимое
Множитель
Произведение
R1 2,7к
R2-R10 30
R12-R20 18к
R11 560
R21 150
R22 91
R23 12
R24 12
R31 12
R32 2,7к
R33 30
R34 30
R41 30
S1.1
S2.1
S3.1
S4.1
R42 18к
R43 1,5к
R44 18к
R45 18к
R46 150
R47 1,2к
R48 18к
R49 1,2М
R50 1к
R67
C1 200
C2 5100
C3 200
C4 2200
V1, V2 КД503Б
V3, V4 КД503Б
V5, V6 КС147А
A1 К1УТ531А
A2 К1УТ531А
+15 В
-15 В
Блок умножения
Блок сравнения
Блок индикации
H7
H8
H9
H10
S1.2
S2.2
S3.2
S4.2
R51 30к
R52 30к
R53 30к
R54 30к
V7 Д226Б

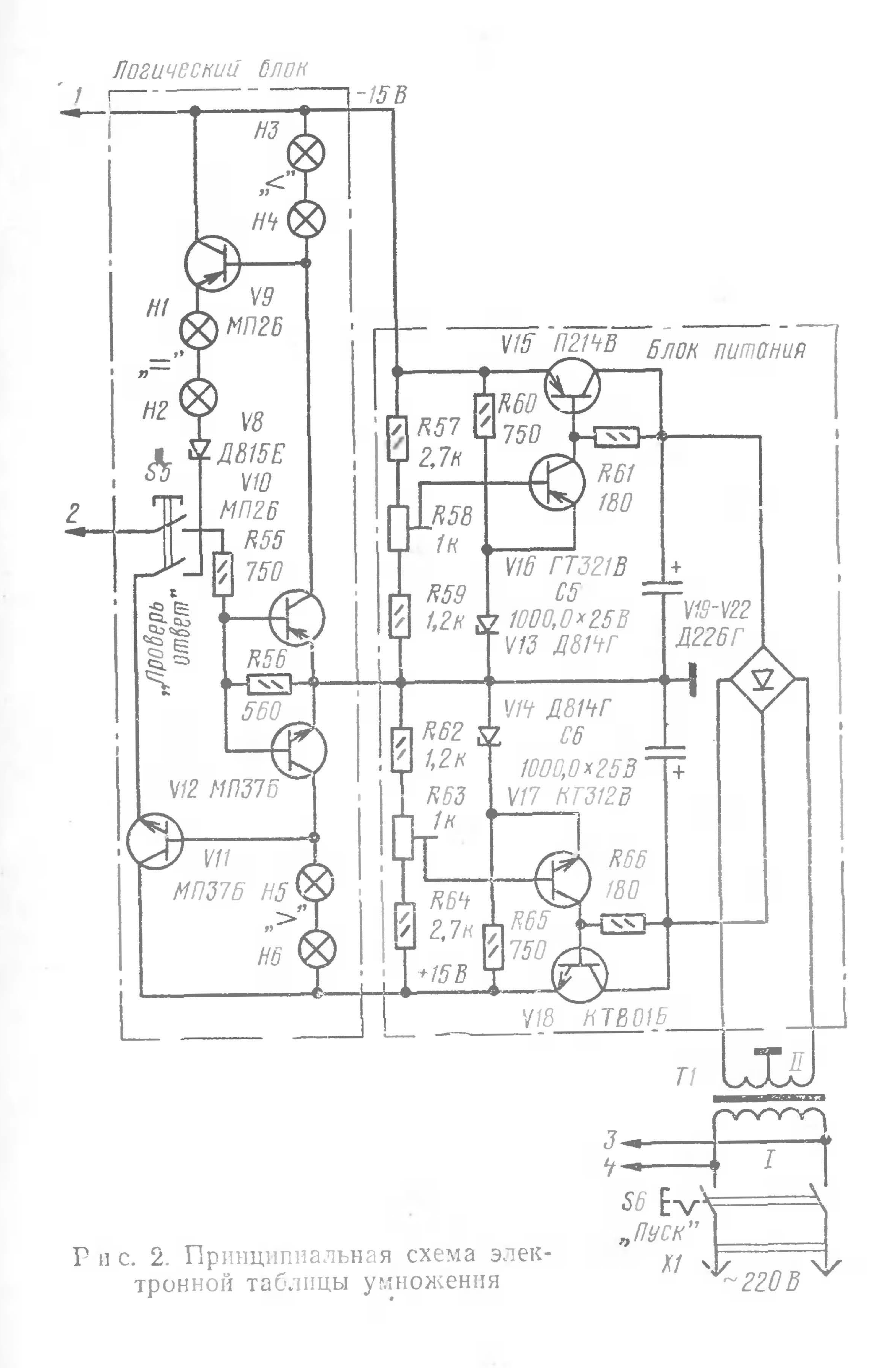


Рис. 2. Принципиальная схема электронной таблицы умножения

дующей за ней — множитель, а двумя ручками, расположенными справа от знаков сравнения, устанавливают произведение. После этого нажимают кнопку *«Проверь ответ»* индикатора результата сравнения. Загорающиеся на передней панели математические символы «>» и «<» помогают ученику в поиске правильного ответа.

Устройство питается от сети переменного тока напряжением 220 В, потребляемая мощность не превышает 10 Вт, масса около 2 кг.

Принципиальная схема электронной таблицы умножения показана на рис. 2. Она состоит из блоков зада-

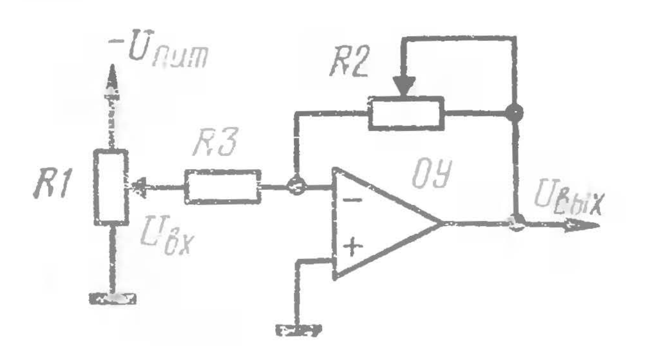


Рис. 3. Схема блока умножения

ния множимого, множителя и произведения, блока умножения, блока сравнения, логического блока и блоков индикации и питания. Сигналы, сформированные блоками задания множимого и множителя, поступают на вход блока умножения, выходной сигнал которого сравнивается с сигналом, сформированным блоком задания произведения. В зависимости от результата сравнения логический блок вырабатывает сигналы «>», «=» или «<», которые при нажатии кнопки *«Проверь ответ»* поступают на световое табло индикации правильности ответа.

Принцип перемножения двух чисел с помощью операционного усилителя иллюстрируется схемой, приведенной на рис. 3. Нетрудно видеть, что выходное напряжение операционного усилителя $U_{вых}$ равно входному напряжению $U_{вх}$, умноженному на общий коэффициент усиления устройства K, который зависит от отношения сопротивлений резисторов в цепях прямой и обратной связи, т. е. $K = R2 : R3$. Таким образом, $U_{вых} = K \cdot U_{вх} = U_{вх} \cdot R2 : R3 = C \cdot U_{вх} \cdot R2$, где C — постоянный масштабный коэффициент.

Теперь возвратимся к принципиальной схеме устройства. Блоки задания множимого и произведения выполнены в виде резистивных делителей напряжения. Сигнал с первого из них поступает на вход операционного усилителя *A1*. Блок задания множителя представляет собой переменное сопротивление в цепи обратной связи усилителя *A1*, изменяемое переключателем *S2.1*. Ступенчатое изменение коэффициента усиления микросхемы при переключении позволяет получить уровни выходного напряжения, пропорциональные произведению напряжения на входе на сопротивление в цепи обратной связи.

Выходной сигнал с блока умножения поступает на блок сравнения, выполненный на операционном усилителе *A2*, где сравнивается с сигналом, поступающим с блока задания произведения. Сравнение происходит так. На входы усилителя *A2*, включенного по схеме суммирования напряжений, приходят инвертированный сигнал результата умножения с усилителя *A1* и напряжение, соответствующее набранному переключателями *S3*, *S4* произведению. Если задача решена верно, на входах усилителя будут одинаковые сигналы. При неправильном решении появится сигнал ошибки.

С блока сравнения усиленный сигнал ошибки поступает на логический блок через стабилитроны *V5*, *V6*, формирующие зону нечувствительности, введенную для того, чтобы исключить влияние нестабильности и разброса параметров используемых деталей. Диоды *V1—V4* защищают входы операционных усилителей от случайного попадания на них недопустимо больших напряжений.

Логический блок и табло индикации правильности ответа включают кнопкой *S5*. Работают они следующим образом. При одинаковых сигналах на входах блока сравнения на вход логического блока поступает нулевой сигнал ошибки. При этом тока через резисторы *R55*, *R56* нет и напряжение на базах (относительно эмиттеров) транзисторов *V10*, *V12* равно нулю, транзисторы закрыты и лампы *H3—H6* не горят. Благодаря отсутствию коллекторных токов указанных транзисторов транзисторы *V9*, *V11* оказываются открытыми и горят лампы *H1*, *H2*, подсвечивающие знак равенства на табло индикации ответа.

В случае неправильного ответа сигнал ошибки не равен нулю. Допустим, он положителен (установленный ответ меньше правильного). В этом случае транзистор *V10* останется закрытым, а *V12* откроется. Загорятся

лампы *H5, H6,* сигнализирующие о неправильности установленного ответа, а транзистор *V11* закроется, и лампы *H1, H2* погаснут.

При отрицательном сигнале ошибки закрывается транзистор *V12,* а *V10* открывается, загораются лампы *H3, H4.*

В электронной таблице умножения применены постоянные резисторы МЛТ, причем номиналы резисторов

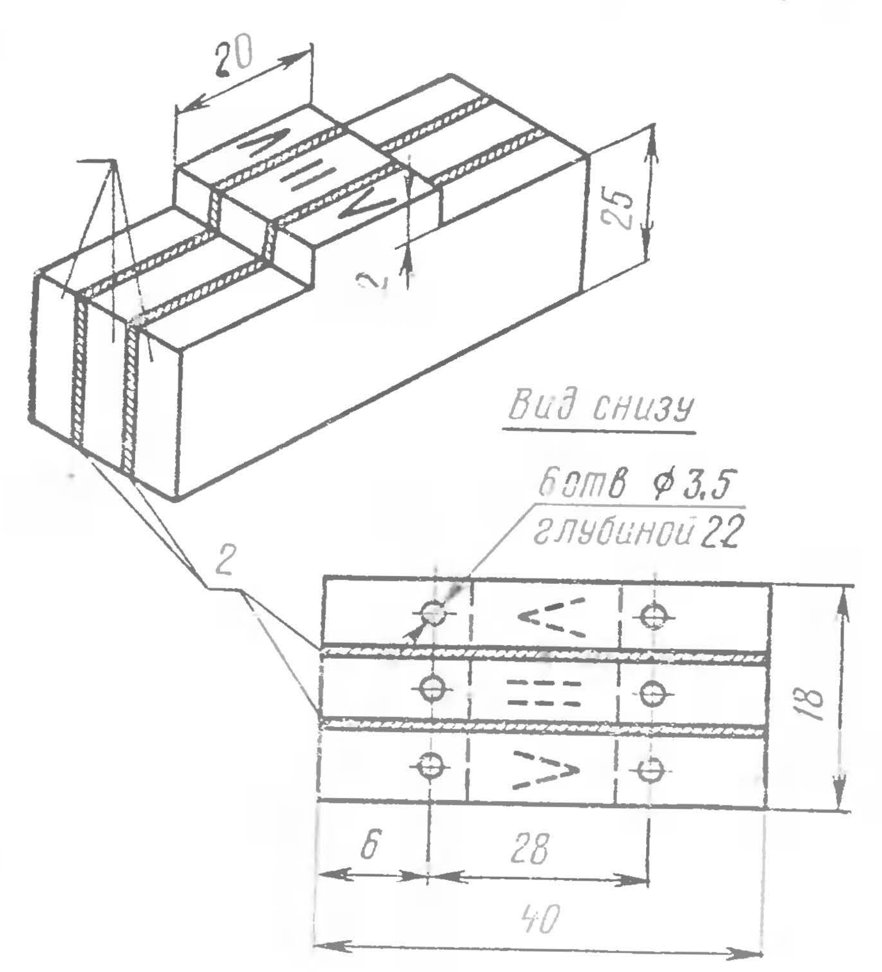


Рис. 4. Устройство табло логического блока

R2—R10, R12—R20, R23—R31, R33—R41 должны быть подобраны с точностью не хуже 0,5%. Подстроечные резисторы *R21, R46, R58, R63* — СП5-2. Сигнальные лампы *H1—H6* — НСМ12-5, индикаторные лампы *H7—H10* — ИН-2.

Переключатели *S1—S4* — галетные, типа 11П2Н. Кнопка *S5* — КМ2-2, в качестве верхней по схеме группы контактов следует использовать ту, которая замыкается при нажатии кнопки раньше. Кнопочный выключатель *S6* — П2К.

Трансформатор питания выполнен на сердечнике Ш20 × 25. Обмотка *I* содержит 2000 витков провода ПЭВ-2 0,15, обмотка *II* (ее наматывают в два провода) — 250 витков ПЭВ-2 0,31 с отводом от середины.

Детали устройства размещены на панели из дюралюминия размерами 197 × 135 × 2 мм. Табло логического блока, извещающее о справедливости установленного

ответа, изготовлено из трех пластин *1* органического стекла толщиной 6 мм (рис. 4), между которыми проложены прокладки *2* из непрозрачного материала. Со стороны основания в пластинах просверлены углубления, в которые вставляют лампы *H1—H6.* Собранное табло окрашивают (за исключением поверхности выступов) серебряной краской. На поверхность выступов наносят темной краской математические символы «>», «=», «<».

Панель с укрепленными на ней деталями вставляют в кожух (у автора он выполнен из органического стекла) размерами 205 × 143 × 63 мм, снабженный ручкой для переноски.

Н а л а ж и в а н и е устройства начинают с установки подстроечными резисторами *R58, R63* указанных на схеме напряжений питания. Затем проверяют работу блоков задания множимого и множителя совместно с блоком умножения. Поставив временные перемычки на контакты кнопки *S5* и установив переключатели *S1, S3, S4* в положение «0», ставят переключатель *S2* поочередно во все положения и проверяют умножение двух чисел, одно из которых равно нулю. В каждом случае должны загораться лампы подсвета знака «=» на табло. Если это требование нарушается, следует подключить к неинвертирующему входу операционного усилителя *A1* резистор сопротивлением 1—10 кОм (показан на схеме штриховой линией) и подобрать его так, чтобы при всех указанных вариантах умножения уверенно подсвечивался знак равенства.

Далее устанавливают переключатель *S3* (десятки произведения) в положение «0», переключателями *S1* и *S2* задают числа, произведение которых не превышает 9, устанавливая каждый раз переключателем *S4* правильный ответ. Подстроечным резистором *R46* добиваются, чтобы во всех примерах подсвечивался знак равенства. В то же время при установке переключателя *S4* в положения, соответствующие соседним с правильным ответом значениям, должна происходить смена знака на табло логического блока. Если, к примеру, правильный ответ 4, то при установке переключателя *S4* в положение «5» должен загораться знак «<», а при установке в положение «3» — знак «>».

После этого переключатель *S4* (единицы произведения) устанавливают в положение «0» и подстройкой резистора *R21* добиваются четкой индикации знака равенства на табло при решении примеров типа $2 \times 5 = 10$, $4 \times 5 = 20$, $5 \times 6 = 30$ и т. д.

Теперь можно проверить все остальные возможные примеры таблицы умножения. При необходимости (в случае сбоя на каком-то примере) точнее устанавливают движок подстроечного резистора *R46*.

ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО

Б. Устименко

Предлагаемое устройство обеспечивает громкоговорящую симплексную связь между главным абонентом и тремя другими абонентами, удаленными от главного на расстояние до 150 м. Роль микрофонов выполняют те же динамические головки, которые используются для прослушивания сообщений абонентов. В переговорном устройстве применен общий усилитель, вход и выход которого коммутируют кнопочным переключателем, установленным в пульте главного абонента.

Принципиальная схема переговорного устройства приведена на рис. 1. Усилитель собран на микросхеме *A1* (предварительный усилитель) и транзисторах *V3—V6* (усилитель мощности). Для увеличения чувствительности усилителя сопротивление резисторов *R1* и *R2* уменьшено против рекомендованных для этой микросхемы значений. Получающееся при этом сужение полосы пропускания практически не сказывается на разборчивости речи. Конденсатор *C1* установлен для снижения уровня

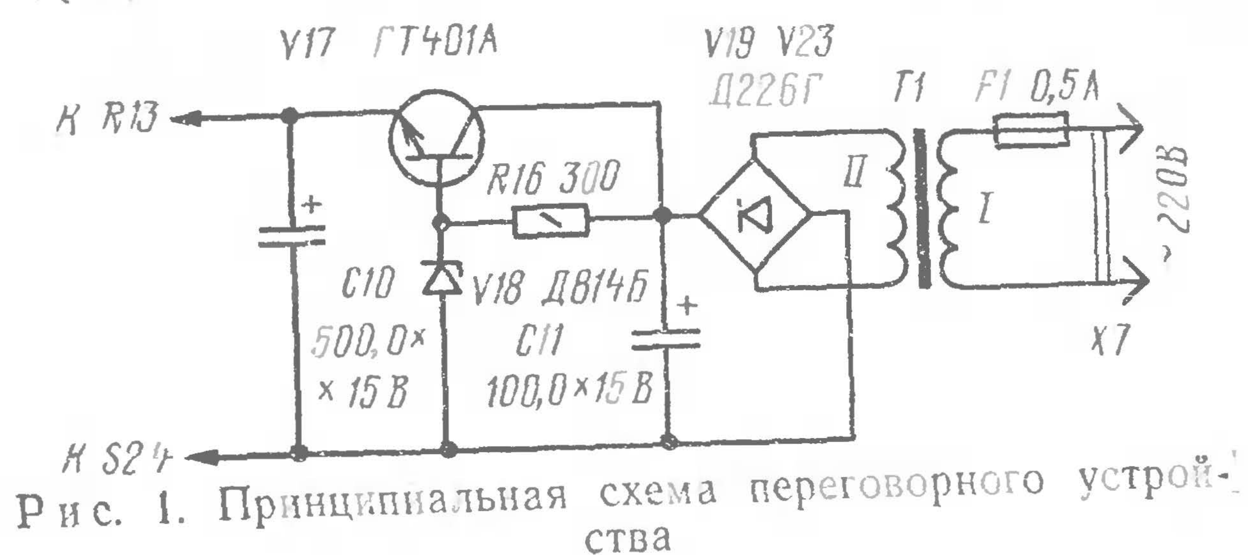


Рис. 1. Принципиальная схема переговорного устройства

наводок в линиях связи, а диоды *V1, V2* предохраняют вход микросхемы от перегрузок и уменьшают щелчки в динамической головке при переключении режимов работы.

На микросхеме *D1* собран генератор сигнала вызова, частоту которого можно изменять подстроечным резистором *R9* от 400 до 1000 Гц. Сигнал вызова снимается с делителя *R7, R8* и подается через замкнутые контакты переключателей *S2—S4* на переключатель рода работы *S1*. Питается генератор от параметрического стабилизатора напряжения на резисторе *R6* и стабилитроне *V7*.

В режиме *«Прием»*, показанном на схеме, ко входу усилителя подключены переключатели *S2—S4* абонентских линий, а к выходу — динамическая головка *B1* главного абонента. В режиме *«Передача»* — наоборот.

В любом режиме, пока не нажата одна из кнопок переключателя, питание на усилитель и генератор вызова не подается, поскольку цепи питания разомкнуты контактами *S2.4, S3.4, S4.4*. Если главного абонента желает вызвать, к примеру, первый абонент, он нажимает кнопку вызова *1-S1*. При этом «минус» напряжения питания от выпрямителя поступает на усилитель и генератор вызова через управляющий переход тринистора, зашунтированный резистором *R10*, диод *V8*, контакты *S2.1* переключателя *S2* и замкнутые контакты кнопки *1-S1*. В головке *B1* раздается сигнал вызова. Общая сила потребляемого тока в этом случае составляет около 100 мА. Часть этого тока, протекая через управляющий переход тринистора *V11*, открывает его. Включается светодиод *V14* и сигнализирует о том, что вызов поступает от первого абонента. Если теперь отпустить кнопку *1-S1*, питание на усилитель и генератор вызова подаваться не будет, но тринистор останется открытым и светодиод будет по-прежнему сигнализировать о вызове, т. е. происходит своеобразное запоминание номера вызывавшего абонента.

Когда на пульте главного абонента будет принят вызов и нажата кнопка переключателя *S2*, через его контакты *S2.1* линия связи первого абонента окажется подключенной к переключателю *S1*. Контакты *S2.2* разомкнут цепь сигнала вызова, контакты *S2.3* отключат светодиод от тринистора (теперь тринистор выключится) и подключат его к общей цепи питания усилителя,

а контакты *S2.4* подадут на общую цепь «минус» напряжения питания. Во время разговора главный абонент кнопкой *S1* подключает линию связи вызвавшего абонента попеременно к выходу или входу усилителя.

Для вызова одного из абонентов, например первого, на главном пульте нужно воспользоваться кнопкой переключателя *S2*, а затем, нажав кнопку *S1*, сообщить перед микрофоном-головкой о своем желании поговорить с вызываемым абонентом.

Абонентов можно вызвать и всех сразу кнопками переключателей *S2—S4*. После окончания связи, пользуясь кнопкой сброса, связанной с механическим приводом переключателей, возвращают переключатели в исходное положение.

Постоянные резисторы переговорного устройства могут быть МЛТ-0,25, подстроечные — СП3-1б, электролитические конденсаторы — К50-6 или К53-1, остальные конденсаторы — любого типа. Транзистор КТ315А можно заменить на МП37—МП38, а КТ361А — на МП40—МП42, но статический коэффициент передачи тока должен быть не менее 40. Микросхему К1ЛБ553 можно заменить на К2ЛБ174. Вместо светодиодов АЛ102Б подойдут АЛ102А, при этом сопротивление резисторов *R13—R15* надо увеличить до 1 кОм.

Кнопочный переключатель *S1* — КМ2-1, кнопки вызова *1-S1 — 3-S1* — КМ1-1. Переключатели *S2—S4* — П2К, объединенные в один конструктивный узел с зависимой фиксацией каждого переключателя, возвращаемого в исходное положение отдельной кнопкой сброса.

Тринисторы *V11—V13* могут быть КУ101Б—КУ101Е.

Трансформатор питания *T1* выполнен на сердечнике Ш12 × 30. Его обмотка *I*, рассчитанная на напряжение 220 В, содержит 3000 витков провода ПЭВ-2 0,1, обмотка *II* — 140 витков ПЭВ-2 0,5. Возможно использование подходящего готового трансформатора с напряжением на вторичной обмотке 9—10 В.

Динамические головки — мощностью 0,25—1 Вт, с сопротивлением звуковой катушки постоянному току 6—8 Ом (например, 0,25ГД-1, 0,5ГД-17, 1ГД-18). В качестве разъемов *X1—X6* для подключения проводников линий связи абонентов применены клеммы.

Расположение деталей внутри корпуса главного пульта переговорного устройства показано на рис. 2. Способ

монтажа усилителя и генератора не критичен, однако при размещении деталей и монтаже следует учесть, что «заземленные» выводы деталей входных и корректирующих цепей микросхемы *A1* должны быть соединены с общим проводом в одной точке (во избежание появления самовозбуждения).

Пульты абонентов представляют собой небольшие корпуса, на передней стенке которых расположены головки и кнопки вызова. Линии связи длиной около 150 м прокладывают многожильным проводом диаметром не менее 0,8 мм в поливинилхлоридной изоляции. При более

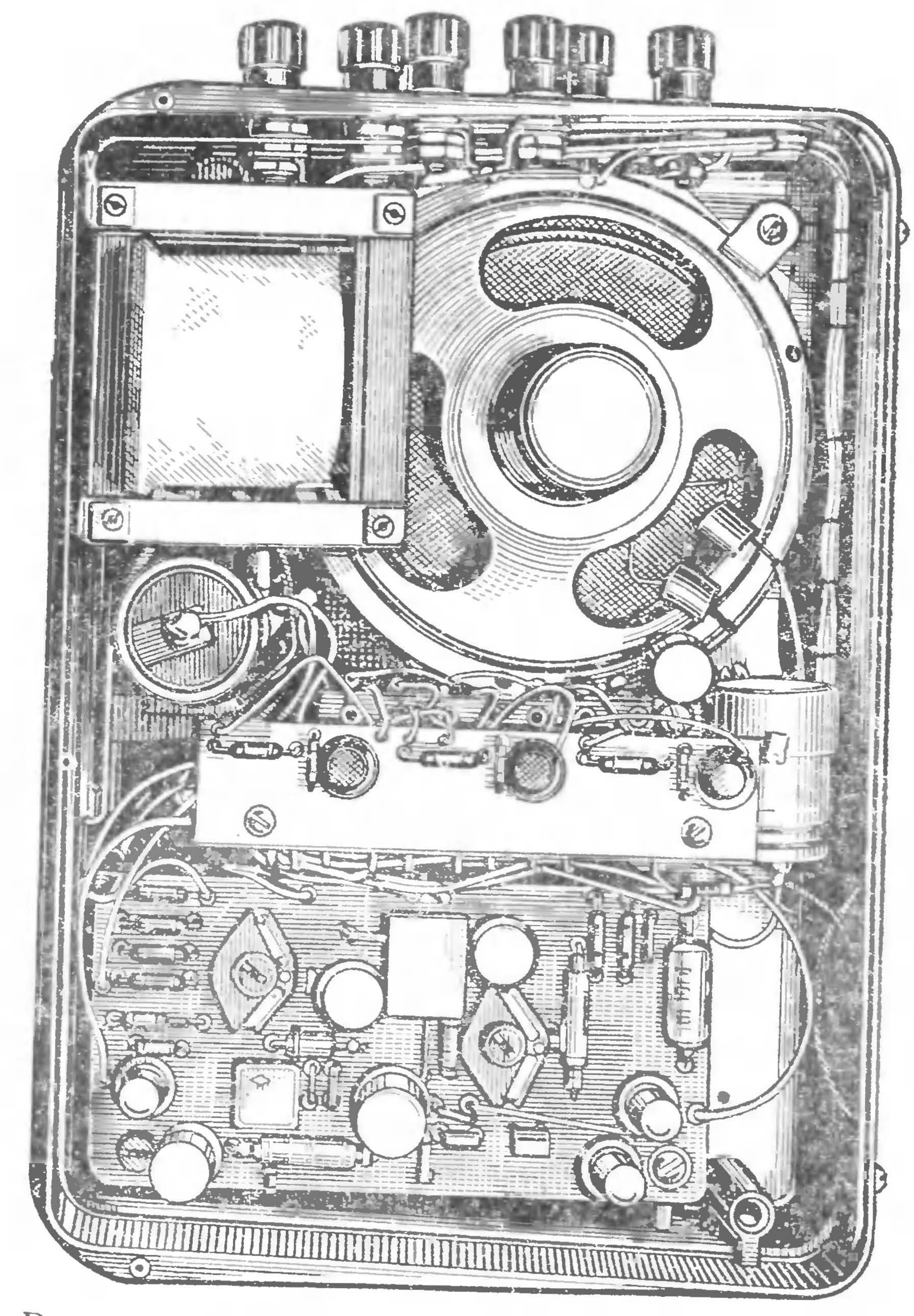


Рис. 2. Вид на монтаж пульта главного абонента

коротких линиях можно использовать провод меньшего диаметра.

Налаживание усилителя переговорного устройства сводится в основном к симметрированию плеч выходного каскада подстроечным резистором *R3* — его движок должен быть в таком положении, при котором напряжение на эмиттерах транзисторов *V5, V6* будет равно половине напряжения питания (4,5 В).

Налаживание генератора заключается в подборе желаемой частоты сигнала вызова подстроечным резистором *R9*.

ЗВУКОВОЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ

Д. Григорьев

Известны звуковые автоматы, с помощью которых можно, например, включать и выключать свет хлопком в ладоши или другим достаточно сильным звуковым импульсом. Предлагаемый звуковой переключатель рассчитан на четыре команды, причем их число можно при желании увеличить.

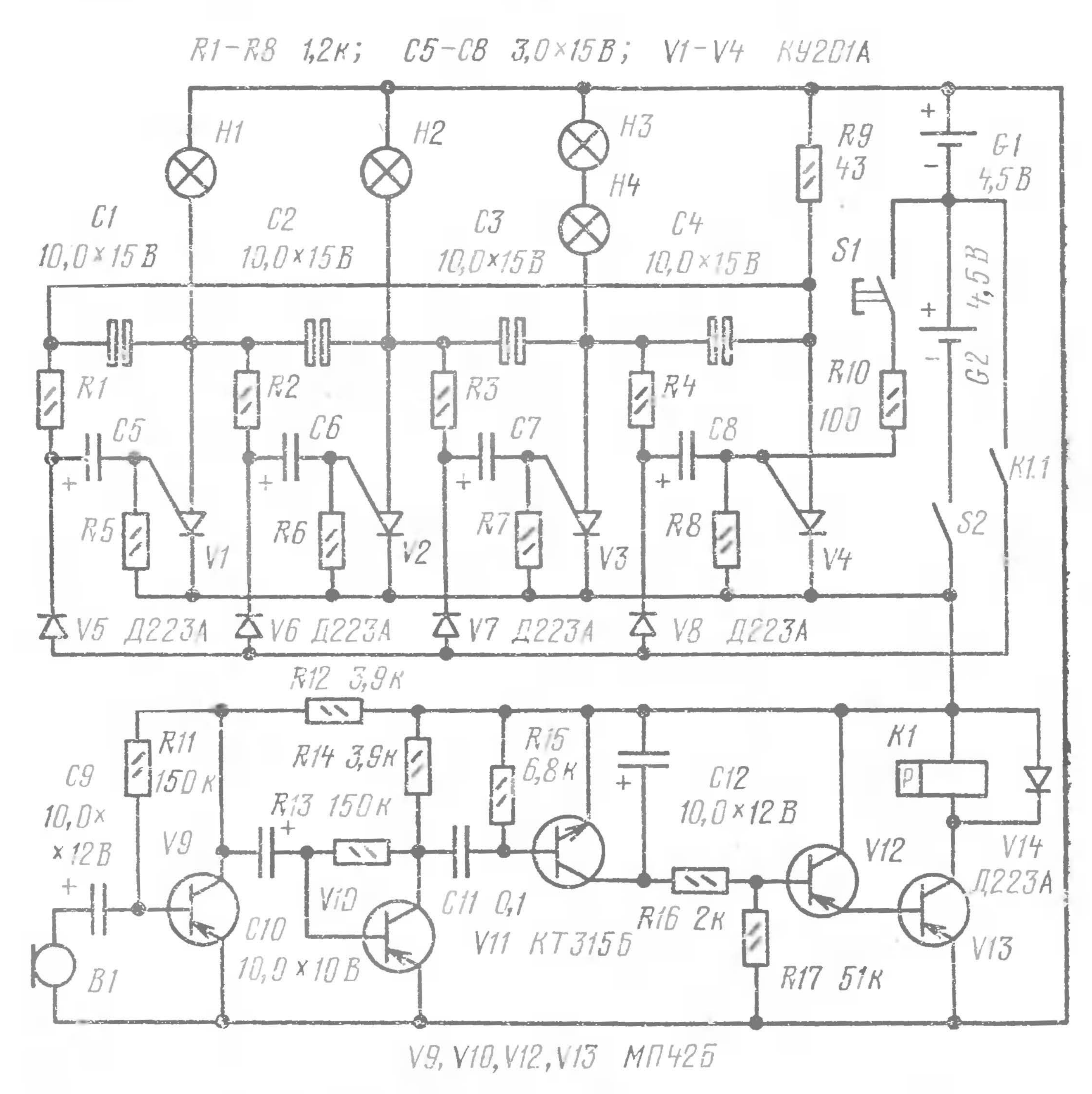
Такой звуковой переключатель удобно использовать для оживления выставочных стендов, всевозможных диаграмм в учебных кабинетах, переключать гирлянды на новогодней елке или, наконец, оснастить им детские игрушки. Тогда от первого звукового импульса, например, загорится глаз у забавного медвежонка, от второго этот глаз погаснет и загорится другой, от третьего импульса загорятся оба глаза, а от четвертого они погаснут.

Схема звукового переключателя для воплощения этого примера приведена на рисунке. Переключатель состоит из акустического реле и кольцевого тринисторного счетчика. Акустическое реле выполнено на транзисторах *V9—V13*. На транзисторах *V9, V10* собран усилитель, ко входу которого подключен микрофон *B1*. Затем следует каскад на транзисторе *V11*, работающий в ключевом режиме, и усилитель тока на транзисторах *V12, V13*, нагрузкой которого служит поляризованное реле *K1*.

Рассмотрим работу акустического реле. При включении питания (выключателем *S2*) начинает заряжаться

конденсатор *C12* через резистор *R16* и последовательно соединенные эмиттерные переходы транзисторов *V12, V13*. Ток заряда конденсатора открывает транзисторы, и срабатывает реле *K1*. Его контакты *K1.1* подают положительный импульс на кольцевой счетчик. После заряда конденсатора реле отпускает.

Если теперь хлопнуть в ладоши или что-нибудь громко произнести, звуковые колебания преобразуются микрофоном в электрические сигналы, которые после усиления поступят на базу транзистора *V11*. Он откроется и через переход коллектор—эмиттер разрядит конденсатор *C12*. Одновременно через этот переход потечет ток к резистору *R16* и эмиттерным переходам транзисторов *V12, V13*. Вновь сработает реле, которое подаст на кольцевой счетчик положительный импульс сигнала, а затем, после заряда конденсатора, отпустит.



Принципиальная схема звукового переключателя

Кольцевой тринисторный счетчик представляет собой, по существу, триггер, составленный из четырех идентичных ячеек на тринисторах, резисторах, конденсаторах и диодах, соединенных по кольцевой схеме. Вопрос о количестве ячеек не принципиален, и счетчик можно составить из любого количества ячеек, начиная с двух.

Работает счетчик следующим образом. При включении питания (оно меньше напряжения включения тринисторов) все тринисторы выключены и на их анодах относительно катодов имеется полное напряжение питания. Конденсаторы *C1—C4* разряжены, поскольку их обкладки подключены к эквипотенциальным точкам — анодам тринисторов. Конденсаторы *C5—C8* начинают заряжаться через соответствующие резисторы *R1—R4* и *R5—R8* до напряжения питания. В течение этого времени на резисторах *R5—R8*, а значит, и на управляющих электродах тринисторов будет небольшое положительное напряжение, недостаточное для открывания тринисторов. Диоды *V5—V8* закрыты положительными напряжениями на конденсаторах *C5—C8*, поэтому поступающие на вход счетчика положительные импульсы при срабатывании реле *K1* не проходят к тринисторам и они остаются закрытыми.

Чтобы счетчик начал работать, необходимо включить один из тринисторов. Для этого подают кнопкой *S1* положительный импульс на управляющий электрод тринистора V4. Тринистор открывается, и потенциал его анода падает почти до нуля. Конденсаторы *C1 — C4* начинают заряжаться через тринистор *V4* и лампы *H1* и *H3, H4* почти до напряжения питания. Конденсатор *C5* теперь разряжается через резисторы *R1, R5* и тринистор *V4*, диод *V5* открывается. Аналогичные же диоды в других ячейках остаются по-прежнему закрытыми. Теперь при подаче звукового сигнала и срабатывании реле *K1* положительный импульс поступит через диод *V5* и разряженный конденсатор *C5* на управляющий электрод тринистора *V1* и включит этот тринистор. Загорится лампа *H1*.

После этого конденсатор *C1* окажется подключенным через открытый тринистор *V1* параллельно тринистору *V4* плюсом к его катоду и минусом к аноду. Тринистор *V4* закроется, а конденсатор *C1* начнет перезаряжаться через резистор *R9* и открытый тринистор *V1*.

Полярность на конденсаторе изменится на противоположную. После закрывания тринистора *V4* конденсатор *C4* разрядится через лампы *H3, H4* и резистор *R9*, конденсатор *C2* зарядится почти до напряжения питания, а *C8* зарядится через резисторы *R4* и *R8* до напряжения питания и диод *V8* закроется. В то же время конденсатор *C6* разрядится через резисторы *R6, R2* и открытый тринистор *V1*, диод *V6* откроется и последующий входной импульс положительной полярности пройдет через него на управляющий электрод тринистора *V2*. После открывания этого тринистора загорится лампа *H2* (*H1* погаснет), в устройстве повторятся аналогичные вышеописанным процессы и оно будет готово к приему очередного положительного импульса управления, после которого счетчик перейдет в следующее устойчивое состояние.

Чтобы добиться приведенного в начале статьи порядка зажигания ламп в глазах игрушки, нужно расположить их попарно — *H1* и *H3* в одном глазу, *H2* и *H4* — в другом.

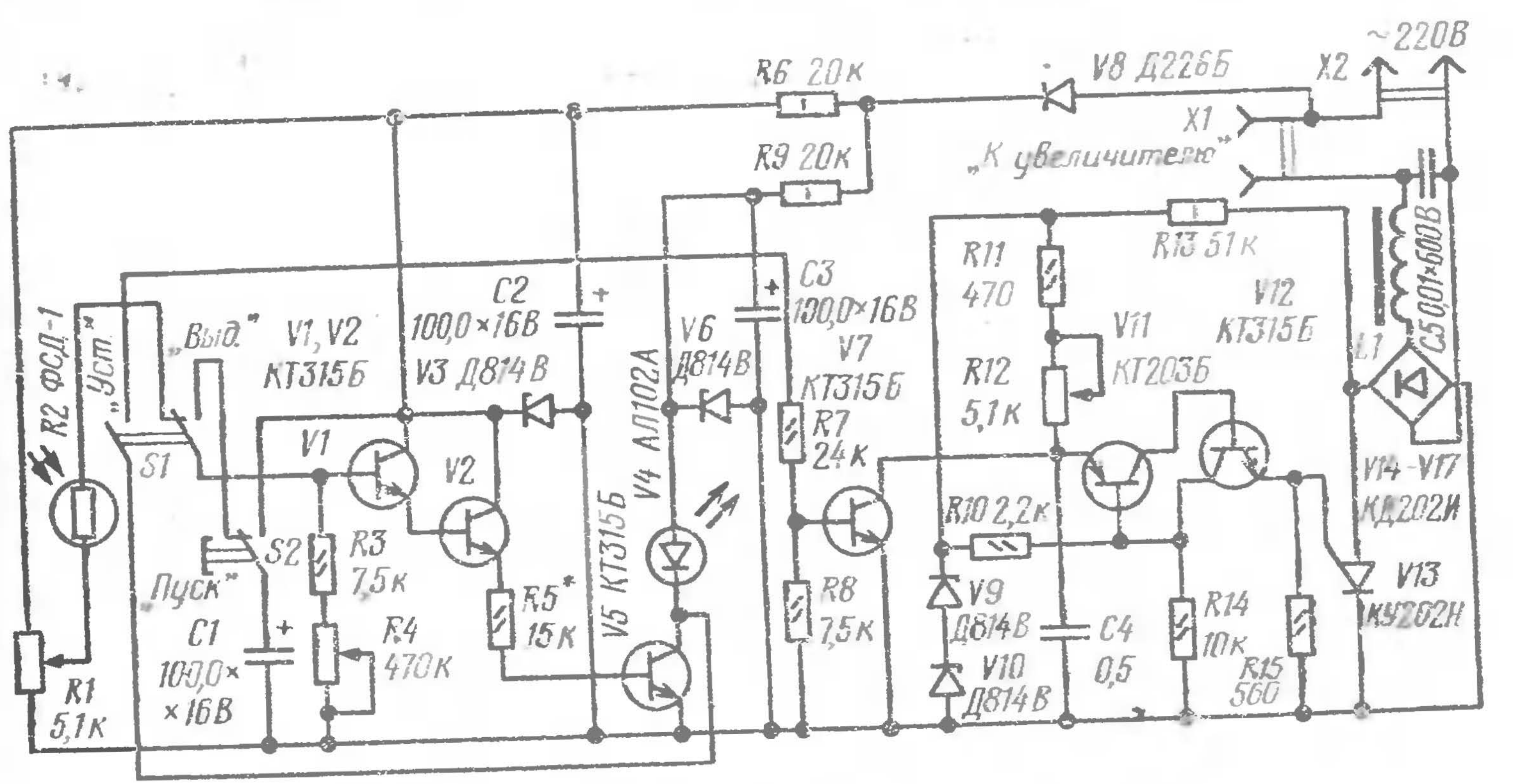
Тринисторы можно использовать КУ201, КУ202, Д235, Д238, транзистор *V11* — любой низкочастотный структуры *n-p-n*, остальные транзисторы — из серий МП39—МП42. Коэффициент передачи тока всех транзисторов должен быть не менее 40. Диоды — серий Д223, Д226 с любым буквенным индексом. Микрофоном *B1* может быть головной телефон ТОН-1 или ТОН-2 с сопротивлением обмотки 1600—2200 Ом. Конденсаторы *C1—C4* — неполярные К50-6. Каждый неполярный конденсатор можно заменить двумя полярными (вдвое большей емкости), соединенными последовательно друг с другом положительными или отрицательными выводами. Остальные электролитические конденсаторы — К50-6, К50-3. Конденсатор *C11* — КЛС или МБМ. Реле — РП7 (паспорт РС4.521.010, используется обмотка *I* с меньшим сопротивлением). Лампы *H1, H2* — ЛН6,3-0,22, *H3, H4* — МН3,5-0,26. Батареи питания — 3336Л. Выключатель и кнопка — любые.

Правильно собранный звуковой переключатель налаживания не требует и начинает работать сразу.

ФОТОЭКСПОЗИМЕТР С РЕГУЛЯТОРОМ ОСВЕЩЕННОСТИ

Н. Дробница

Большинство фотоэкспозиметров (иначе говоря, реле времени для фотопечати) имеют электромагнитное реле, через контакты которого включается или выключается лампа фотоувеличителя. В предлагаемом фотоэкспозиметре такого реле нет, его роль выполняет тринистор, что позволяет повысить надежность и долговечность



Принципиальная схема фотоэкспозиметра

устройства. Кроме того, благодаря применению тринистора появилась возможность регулировать освещенность кадра в больших пределах изменением силы тока лампы фотоувеличителя, что бывает необходимо при работе с негативами малой плотности. Максимальное время экспозиции составляет 60, минимальное — 1 с.

Экспозиметр, схема которого приведена на рисунке, состоит из времязадающего узла на транзисторах *V1, V2, V5*, электронного ключа на транзисторе *V7*, узла управления тринистором на транзисторах *V11, V12* и самого тринистора *V13*.

В зависимости от положения переключателя *S1* устройство работает в одном из режимов — *«Установка»* (*«Уст.»*) или *«Выдержка»* (*«Выд.»*). В положении *«Уст.»* определяют необходимую выдержку экспозиции. При этом фоторезистор *R2* через контакты переключателя *S1*

подключен к базе транзистора *V1*. Напряжение на фоторезистор подается с движка переменного резистора *R1*, являющегося своеобразным регулятором чувствительности экспозиметра в зависимости от используемой фотобумаги. При затемненном фоторезисторе транзисторы *V1, V2, V5* закрыты и светодиод *V4* не светится. Когда фоторезистор освещен (установлен в нужном месте изображения, проектируемого фотоувеличителем), через него начинает протекать ток, который после фоторезистора разветвляется по двум цепям — цепочке *R3R4* и эмиттерным переходам транзисторов *V1, V2, V5*. Транзисторы открываются, и светодиод *V4* светится. Перемещением движка переменного резистора *R4* можно изменить силу тока, протекающего через эмиттерные переходы транзисторов, а значит, и момент начала свечения светодиода при данной освещенности фоторезистора. Поскольку резисторы *R3, R4* являются частью времязадающей цепочки, от положения движка переменного резистора *R4* будет зависеть и время выдержки.

В указанном положении переключателя *S1* тринистор *V13* открыт и лампа фотоувеличителя, включенного в розетку *X1*, горит. Причем яркость свечения лампы можно изменять переменным резистором *R12*. Совместно с резистором *R11* и конденсатором *C4* он образует фазосдвигающую цепочку, позволяющую управлять моментом открывания тринистора. Для более четкого открывания тринистора между ним и фазосдвигающей цепочкой установлены транзисторы *V11* и *V12*, включенные как аналог тринистора. Эти транзисторы открываются тогда, когда напряжение на конденсаторе *C4* достигает значения, равного падению напряжения на резисторе *R14*. Тогда импульс тока разряда конденсатора *C4* открывает тринистор *V13*.

При установке переключателя *S1* в положение *«Выд.»* база транзистора *V1* отключается от фоторезистора и подключается к разряженному конденсатору *C1*. Транзисторы *V1, V2, V5* закрываются. Напряжение на коллекторе транзистора *V5* возрастает. Через замкнутые контакты переключателя и резистор *R7* это напряжение подается на базу транзистора *V7* и открывает его. Транзистор шунтирует конденсатор *C4*, транзисторы *V11, V12* и тринистор *V13* закрываются, лампа фотоувеличителя гаснет.

Для пуска экспозиметра нажимают и отпускают кнопку *S2 «Пуск»*. Пока кнопку держат нажатой (1—2 с), конденсатор *C1* успевает зарядиться, а при отпускании кнопки он начинает разряжаться через эмиттерные переходы транзисторов *V1, V2, V5* и резисторы *R3, R4*. Транзистор *V5* при этом открывается, а *V7* — закрывается. Включается лампа фотоувеличителя. Когда конденсатор *C1* разрядится и транзисторы *V1, V2, V5* вновь откроются, лампа фотоувеличителя погаснет.

Для повышения стабильности работы времязадающего узла он питается от двух отдельных стабилизаторов напряжения, выполненных на стабилитронах *V3* и *V6*.

В экспозиметре можно использовать любые кремниевые маломощные транзисторы соответствующей структуры и с коэффициентом передачи тока более 50. Транзисторы *V1, V2, V5, V7* можно заменить транзисторной сборкой К1НТ251. Электролитические конденсаторы *C1—C3* могут быть К52-1 или другие, *C4, C5* — бумажные или керамические. При использовании увеличителя с лампой мощностью до 100 Вт диоды *V14—V17* должны быть рассчитаны на выпрямленный ток от 300 мА и обратное напряжение не менее 400 В (например, Д226Б). Стабилитроны — любые, с напряжением стабилизации 9—12 В. Кроме указанного на схеме можно применить другой фоторезистор, например ФС-К1, с удельной чувствительностью не менее $6 \cdot 10^3$ мкА/лмВ. Светодиод — красного свечения, сила рабочего тока его не должна превышать 5 мА. Дроссель *L1* намотан на стержне диаметром 8 и длиной 30—40 мм из феррита марки 600НН и содержит 100—120 витков провода ПЭВ-2 0,8.

Детали фотоэкспозиметра можно разместить в любом подходящем корпусе.

После окончания монтажа приступают к н а л а ж и в а н и ю фотоэкспозиметра и градуировке шкал переменных резисторов *R1, R4*. Следует помнить, что детали экспозиметра находятся под напряжением сети и поэтому нужно соблюдать меры предосторожности.

Сначала налаживают узел управления тринистором. Переключатель *S1* ставят в положение *«Уст.»* и перемещают движок переменного резистора *R12* из одного крайнего положения в другое. При этом яркость лампы фотоувеличителя должна плавно изменяться в пределах

20—95% от номинальной. Если этого нет, следует взять резистор *R12* другого номинала. Затем устанавливают переключатель в положение *«Выд.»*, а движок переменного резистора *R4* — в нижнее по схеме положение. Нажимают и через 1—2 с отпускают кнопку *S2*. Сразу же после отпускания кнопки должна включиться лампа увеличителя и гореть примерно 60 с. Продолжительность горения подбирают точнее резистором *R5*. После этого устанавливают движок резистора *R4* в положения, соответствующие выдержкам 5, 10, 15,..., 55 с и отмечают их на шкале.

Для разметки шкалы резистора *R1* нужно сделать несколько отпечатков на бумаге «Унибром» с негатива средней плотности и отметить время экспозиции каждого отпечатка. Затем установить переключатель *S1* в положение *«Уст.»*, а движок резистора *R4* — в положение, соответствующее выдержке лучшего отпечатка. Поместив фоторезистор в зоне средней освещенности кадра и светочувствительным слоем вверх, перемещают движок переменного резистора *R1* до тех пор, пока не начнет светиться светодиод. Это положение движка будет соответствовать чувствительности фотоэкспозиметра при работе с бумагой «Унибром». Поскольку чувствительность бумаг «Фотобром», «Бромпортрет», «Фотоконт» соответственно в 1,2; 1,7 и 2,5 раза меньше по сравнению с бумагой «Унибром», при экспонировании кадра следует во столько же раз увеличивать выдержку.

Размечая шкалу резистора *R1* для указанных фотобумаг, необходимо устанавливать поочередно выдержки в 1,2; 1,7; 2,5 раза больше выдержки лучшего отпечатка на бумаге «Унибром» и каждый раз вращением движка резистора *R1* добиваться начала свечения светодиода (движок перемещать от нижнего по схеме вывода), отмечая против этого положения тип фотобумаги.

Практически с фотоэкспозиметром работают так. Установив переключатель *S1* в положение *«Уст.»*, а движок резистора *R1* — в положение, соответствующее используемой бумаге, помещают фоторезистор светочувствительным слоем вверх в зону средней освещенности кадра и перемещением движка переменного резистора *R4* добиваются начала свечения светодиода. Затем устанавливают переключатель *S1* в положение *«Выд.»*, нажимают и отпускают (через 1—2 с) кнопку *S2*.

НАШИ КОНСУЛЬТАЦИИ

Ответы на вопросы по статье Н. Кравцова «Автомобильный радиоприемник» («ВРЛ», № 59, с. 67—79).

Как обозначить катушки индуктивности на входе смесителя КВ конвертера и каковы их намоточные данные?

Катушка индуктивности входного контура конвертера (рис. 1, в тексте) должна иметь обозначение *L16* (вместо *L10*); катушка связи *L17* (вместо *L11*). Эти изменения надо внести и в схему на рис. 5. Наматываются катушки на полистироловом цилиндрическом каркасе диаметром 5 и длиной 12—15 мм. Сердечник из феррита марки 100НН, диаметр 2,8 мм, длина 12 мм (М100НН-2-СС2, 8×12—ОЖО.707.084ТУ). Катушка *L16* содержит 16 витков провода ПЭЛШО 0,2; *L17* — 2 витка провода ПЭЛШО 0,12. Намотка рядовая, виток к витку.

Правильны ли намоточные данные катушек индуктивности L12 и L13, приведенные в таблице на с. 77?

Нет, неправильны! Катушки индуктивности *L12* и *L13* наматывают на стандартный трехсекционный каркас, который помещают в ферритовые чашки марки 600НН диаметром 8,6 мм. *L12* содержит 50 витков провода ПЭЛШО 0,1; *L13* — 5 витков провода ПЭВ-2 0,12. Подобные каркасы и сердечники широко применяются в фильтрах промежуточной частоты малогабаритных транзисторных приемников («Сокол-403», «Спорт-2» и др.). Подстроечный сердечник имеет диаметр 2,85, длину — 12,8 мм.

Какие номиналы имеют резистор R43 и подстроечные конденсаторы C45, C47, C49?

Резистор *R43* имеет сопротивление 47 Ом. Емкость каждого из конденсаторов *C45, C47, C49* — 8—30 пФ.

Где располагаются начала всех катушек индуктивности, используемых в приемнике?

На схеме рис. 1 начала намотки катушек индуктивности находятся там, где они заземлены по высокой частоте.

Как должны быть включены электролитические конденсаторы С39 и С40 (рис. 1)?

Положительные обкладки указанных конденсаторов должны быть подключены к эмиттеру транзистора *Т12*, а отрицательные — к разъему *Ш2*.

Относительно какой точки указано напряжение на коллекторе транзистора Т7 (рис. 1)?

Напряжение +0,7 В указано относительно минуса источника питания (массы). Относительно этой же точки указано напряжение на эмиттере транзистора *Т7*. Напряжение стабилизации равно 7,3—7,4 В, а не 5,5—6,0 В, как указано на с. 71.

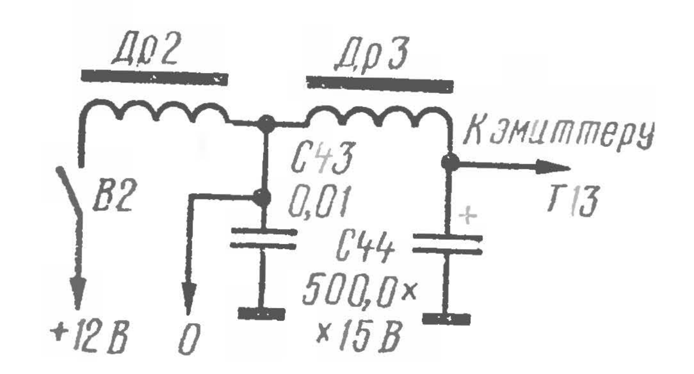


Рис. 1, к

Как надо включить фильтр С43 Др2Др3С44 в цепь питания?

Правильное включение указанного фильтра в цепь питания и уточненная емкость конденсатора *С44* приведены на рис. 1, *к*.

Где располагается точка «1» (рис. 1) и как ведется настройка конвертера?

Точку *«1»* надо проставить на верхнем (по схеме) конце контура *L16C51*. Порядок настройки конвертера, смонтированного по аналогичной схеме, достаточно подробно рассмотрен в предыдущей консультации.

Ответы на вопросы по статье Ю. Нилова «Электронные часы на микросхемах без дешифратора» («ВРЛ», № 54, с. 65—73).

Должны ли шины 2 и 3 (рис. 3) соединяться между собой?

Нет, не должны. В связи с этим провод, идущий от эмиттера транзистора *Т45* к точке соединения ножки *1* микросхемы *Мс30* и правой обкладки конденсатора *С2*, надо исключить.

Куда должна быть включена ножка 13 микросхемы Мс28?

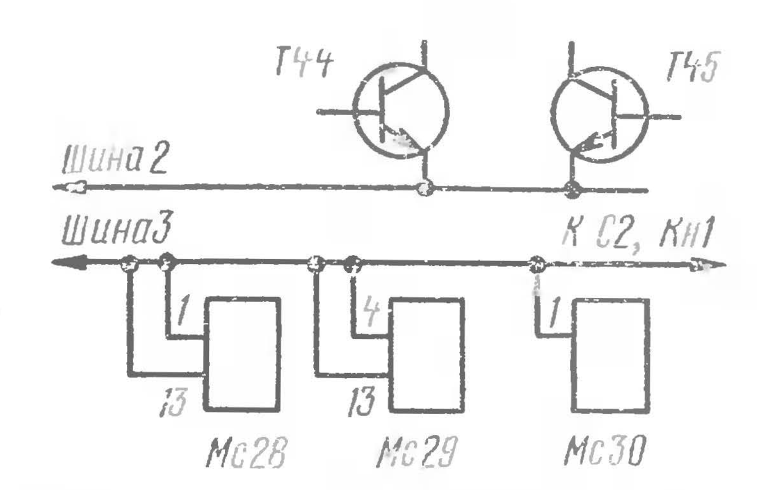


Рис. 2, к

Ножка *13* микросхемы *Мс28* должна быть соединена с шиной *3*. Исправленный участок схемы, включающий шины *2* и *3*, приведен на рис. 2, *к*.

Какие меры надо предпринять для устранения сбоев работы часов при включении и выключении электробытовых приборов?

С целью устранения сбоев в работе часов по указанным выше причинам необходимо:

на выходе стабилизатора, в цепи +5 В, увеличить емкость конденсатора фильтра до 5000—10 000 мкФ;

в стабилизаторе применять *LC* фильтры;

увеличить емкость конденсатора на выходе выпрямителя +200 В до 50 мкФ;

предусмотреть в силовом трансформаторе экранирующую обмотку, которую расположить между сетевой и другими обмотками. Экранирующую обмотку надо соединить с общей шиной.

Ответы на вопросы по статье В. Шушурина «Усилитель НЧ для ансамбля электромузыкальных инструментов» («ВРЛ», № 56, с. 50—64).

Почему имеются некоторые расхождения между принципиальной схемой блока У5 (рис. 1) и его печатной платой (рис. 10)?

Имеющиеся расхождения на работе усилителя не скажутся. Они вызваны тем, что в процессе подготовки

статьи к печати на принципиальной схеме поменяли местами радиоэлементы *R2* и *R3*, а также *R10* и *C6*. Так как эти радиоэлементы между собой (попарно) включены последовательно, то такие изменения не нарушают работоспособность усилителя. Если переставить местами *R2* и *R3*, *R10* и *C6*, то расхождений между схемой блока *У5* и печатной платой не будет. На рис. 10 вместо *C13* надо указать *C6*.

Какое сопротивление имеет резистор R24 в блоке У4?

Резистор *R24* имеет сопротивление 300 Ом.

Вопросы по статье Ю. Макарова «Трехканальный усилитель» («ВРЛ», № 60, с. 1—15).

Каковы номиналы следующих радиоэлементов: R18, R21, R35, R37, R61, R3, C34?

R18 — 430 кОм, *R21* — 240 Ом, *R61* — 75—150 кОм, *R3* — 10—100 кОм, *C34* — 0,01 мкФ. Резисторы *R35* и *R37* выравнивают анодные токи ламп *Л4*, *Л5* фазоинвертора. На время налаживания фазоинвертора вместо постоянных резисторов *R35*, *R37* включают переменный резистор сопротивлением 10 кОм по схем потенциометра. Впоследствии плечи потенциометра *R35*, *R37* заменяют постоянными резисторами.

Правильно ли включены на схеме рис. 1 резистор R46 и гнездо 1 разъема Ш6 (Ш7)?

Нет, неправильно. Нижний (по схеме) конец резистора *R46* должен соединяться с шиной *4* общим проводом. Гнездо *1 Ш6 (Ш7)* нужно присоединить к выводу *6* трансформатора *Тр2 (Тр5)*, т. е. к точке соединения *R50*, *C20*.

Какова максимальная синусоидальная мощность усилителя по полосам? Какие динамические головки целесообразно применить в акустических системах?

Максимальная синусоидальная мощность не превышает 10 × 2 В · А в полосе НЧ; 4 × 2 В · А в полосе СЧ и 4 × 2 В · А в полосе ВЧ.

В экспериментах с акустическими системами (АС) автор использовал динамические головки типа 10ГД-30, 8ГД-2РР3, 6ГД-2, 8ГД-2 (НЧ); 4ГД-28, РД-131, 4ГД-8Е (СЧ); 3ГД-31, 2ГД-36 (ВЧ) в различных количествах и сочетаниях в целях установления возможностей сопряжения усилителя без перестройки с различными нагрузками. В зависимости от типа головок качество звучания, естественно, изменялось. Однако регулировками тембров удавалось в определенной степени приблизить субъективное ощущение равнозначности звучания с разными АС.

Ответы на вопросы по статье Б. Татарко «*RC* генератор с линейным отсчетом частоты» («ВРЛ», № 59, с. 32—36).

Куда должна присоединяться общая точка конденсаторов C5—C8?

Общая точка указанных выше конденсаторов должна присоединяться к общему проводу («+ 20 В»).

Можно ли заменить микроамперметр М265М на М24?

Микроамперметр М265М можно заменить любым микроамперметром чувствительностью не хуже 200 мкА. Чтобы не увеличивать погрешность установки частоты, не следует применять микроамперметры с малым размером шкалы.

Где используется сдвоенный переменный резистор ПТП1-4 и чем его можно заменить?

Указанный сдвоенный переменный резистор используется в аналоговых ЭВМ. Его можно заменить сдвоенным переменным резистором с линейной зависимостью сопротивления от угла поворота оси. Каждый переменный резистор (*R2*, *R3* на рис. 1) должен иметь сопротивление порядка 17—20 кОм. В схеме ЗГ можно применить переменные резисторы типа ПТП-2Б, СП3-4д, СП-3 и другие. Для устойчивой работы генератора в пределах всего диапазона частот желательно, чтобы разброс сопротивлений каждого из резисторов при различных углах поворота оси не превышал 2—3%.

Ответы на вопросы по статье Б. Бабурина, Л. Короткова «Электронные часы с синхронизатором» («ВРЛ», № 52, с. 41—57).

Правильно ли указана на рис. 12 связь триггера Тг2 с кнопкой «Установка времени»?

На принципиальной схеме рис. 12 эта связь показана правильно. Возникновение этого вопроса вызвано тем, что эта связь отсутствует на структурной схеме (рис. 2), где ее нужно показать, соединив триггер *Тг2* с левым нижним контактом кнопки *Кн1* *«Установка времени»*.

Каково назначение реле Р1 в счетной декаде (рис.3), нужно ли его изображать в схеме каждой декады и можно ли исключить это реле и транзистор Т14 из схемы?

В электронных часах реле *Р1* служит исключительно для включения сигнального устройства (звонка, лампы,

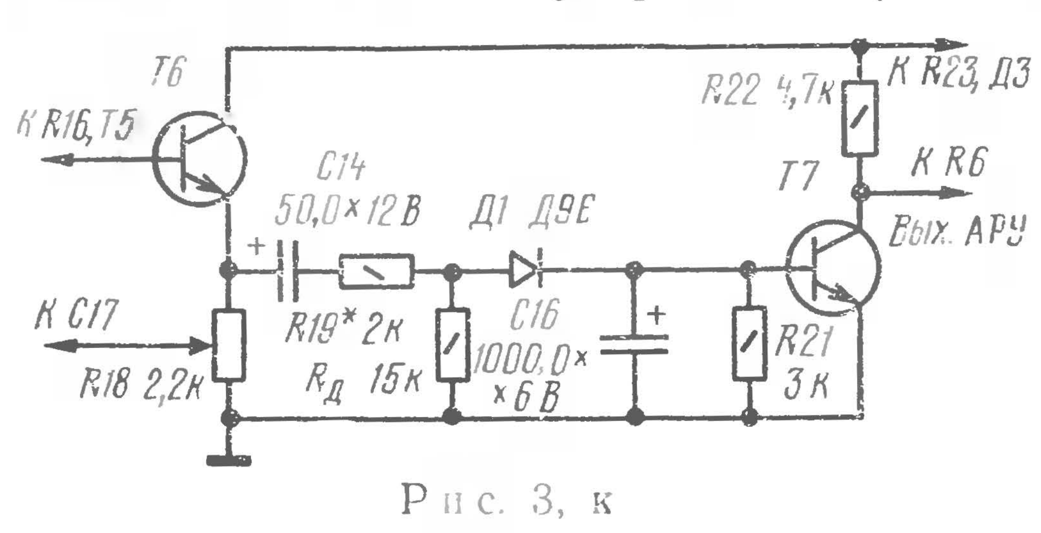


Рис. 3, к

сирены) в заданное время. В каждую декаду включать реле не следует. Если сигнальное устройство не нужно, то реле *Р1* и транзистор *Т14* можно из схемы исключить.

Какие другие транзисторы кроме КТ605 можно применить в электронных часах?

Транзисторы КТ605 авторы рекомендуют заменить транзисторами П308. Возможно также использование транзисторов КТ301 или КТ312, но для этого потребуется изменить данные некоторых резисторов ключей декады и режимы питания.

Необходимо отметить, что полярности источников напряжения (рис. 3) 200 и 6 В следует изменить на противоположные, так как на схеме счетной декады они указаны неверно. Они должны соответствовать полярностям напряжений, указанным на выходе блока питания (рис. 14).

Ответы на вопросы по статье В. Марьясова «Генератор низкой частоты» («ВРЛ», № 54, с. 18—24).

Какие исправления надо внести в схему, чтобы нормально работала система АРУ?

Сопротивление резистора *R17* должно равняться 180 Ом (рис. 1). Кроме того, правую (по схеме) окладку конденсатора *С14* следует замкнуть через резистор сопротивлением порядка 12—15 кОм на общий провод (*«—12 В»*). Этот резистор необходим для разрядки конденсатора *С14* при отрицательных полупериодах напряжения звуковой частоты.

В настоящее время в узле АРУ автором используется упрощенная схема выпрямителя (рис. 3, *к*) и изменены некоторые величины резисторов (*R12* — 6,8 кОм, *R15* — 27 кОм, *R17* — 430 Ом), входящих в схему ЗГ. В результате этого он добился более устойчивой работы всего генератора и улучшения его параметров.

Как видно из сравнения приведенной схемы со схемой, имеющейся в описании (рис. 1, с. 20), из схемы генератора исключены *Д2, С15, R20* и добавлен резистор $R_д$. Глубина регулировки АРУ, а следовательно, и амплитуда выходного напряжения генератора устанавливаются подбором резистора *R19*.

Консультацию подготовил С. Матлин

СОДЕРЖАНИЕ

6Ф2.9
В80

В80 **В помощь** радиолюбителю: Сборник. Вып. 65/ Сост. Б. С. Иванов.— М.: ДОСААФ, 1979.— 78 с., ил.

30 к.

В сборнике приведены описания конструкций и методика расчета их некоторых узлов. В описаниях содержатся все необходимые данные для повторения конструкций радиолюбителями средней квалификации.

В $\frac{30402-053}{072(02)-79}$ 91—79 2402020000 6Ф2.9